

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING SUBMISSION OR TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

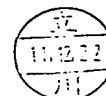
To:

KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI
2-1, Kurosaki-Shiroishi
Yahatanishi-ku
Kitakyushu-shi
Fukuoka 806-0004
JAPON

| | |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Date of mailing (day/month/year) 06 December 1999 (06.12.99) | |
| Applicant's or agent's file reference 9834 | IMPORTANT NOTIFICATION |
| International application No. PCT/JP99/05064 | International filing date (day/month/year) 16 September 1999 (16.09.99) |
| International publication date (day/month/year) Not yet published | Priority date (day/month/year) 18 September 1998 (18.09.98) |
| Applicant KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI et al | |

- The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
- This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
- An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

| Priority date | Priority application No. | Country or regional Office or PCT receiving Office | Date of receipt of priority document |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 18 Sept 1998 (18.09.98) | 10/264336 | JP | 26 Nove 1999 (26.11.99) |



The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Olivia RANAIVOJAONA

Telephone No. (41-22) 338.83.38



9834 WO. 12.11.99



PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C.20231
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing:

30 March 2000 (30.03.00)

International application No.:

PCT/JP99/05064

Applicant's or agent's file reference:

9834

International filing date:

16 September 1999 (16.09.99)

Priority date:

18 September 1998 (18.09.98)

Applicant:

HAO, Shuang-Hui et al

1. The designated Office is hereby notified of its election made:



in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:

31 January 2000 (31.01.00)



in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer:

J. Zahra

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

20/8/99
4T
Translation

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Applicant's or agent's file reference 9834 | FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416) | |
| International application No. PCT/JP99/05064 | International filing date (day/month/year) 16 September 1999 (16.09.99) | Priority date (day/month/year) 18 September 1998 (18.09.98) |
| International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H02P 5/00 | | |
| Applicant KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI | | |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>3</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of <u>3</u> sheets.</p> | |
| <p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p> | |

| | |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Date of submission of the demand 31 January 2000 (31.01.00) | Date of completion of this report 16 October 2000 (16.10.2000) |
| Name and mailing address of the IPEA/JP | Authorized officer |
| Facsimile No. | Telephone No. |

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/05064

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:
pages 1-49, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☒ the claims:
pages _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages 1-16, filed with the letter of 03 July 2000 (03.07.2000)
- ☒ the drawings:
pages 1-79, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP 99/05064

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**1. Statement**

| | | | |
|-------------------------------|--------|------|------------|
| Novelty (N) | Claims | 1-16 | YES |
| | Claims | | NO |
| Inventive step (IS) | Claims | 1-16 | YES |
| | Claims | | NO |
| Industrial applicability (IA) | Claims | 1-16 | YES |
| | Claims | | NO |

2. Citations and explanations

The "evaluation component which offers real control parameters, simulation control parameters and simulation position command signals on the basis of real position commands and dimensions of simulation conditions" in the invention described in Claims 1-16 is not disclosed in the documents cited in the international search report and could not be arrived at easily by a person skilled in the art.

Amendment

(Amendment according to the regulation regulated in Article
11 of the Law)

To: Commissioner General

Japanese Patent Office

1. Indication of International Application

PCT/JP99/05064

2. Applicant

Name: Kabushiki Kaisha Yaskawa Denki

Address: 2-1, Kurosaki-Shiroishi, Yahatanishi-ku,
Kitakyuushuu-shi, FUKUOKA, 806-0004, JAPAN

Nationality: Japan

Residence: Japan

3. Date of notice 02.05.00

4. Subject of amendment: Claims

5. Contents of amendment: Claims 1 through 15 are amended,
and Claim 16 is added.

6. List of attached documents:

Claims, Pages 50 through 52 (Translator's note: Pages
mentioned herein are subject to those in original Japanese
document).

1. (After amended) In a machine system,
an apparatus for controlling an electric motor, comprising:
a simulator portion consisting of a position
instruction generator for providing a real position

instruction, a numerical model that simulates said machine system and provides a simulation quantity of state on the basis of torque signal, a simulation controller that provides said numerical model with a simulation torque signal on the basis of said quantity of state, a simulation control parameter and a first simulation position instruction signal, and an evaluation portion that provides a real control parameter, a simulation control parameter, and a first simulation position signal on the basis of said real position instruction and said simulation quantity of state; and

a real controller portion that has the same structure as that of said simulation controller, and provides a torque signal to an electric motor, which is a source of drive, on the basis of said real position instruction, said real control parameter and a quantity of state observable from a real system."

2. (After amended) In a machine system, an apparatus for controlling an electric motor, comprising:

a simulator portion consisting of a position instruction generator for providing a real position instruction, a numerical model that simulates said machine system and provides a simulation quantity of state on the basis of torque signal, a simulation controller that provides said numerical model with a simulation torque

signal on the basis of said quantity of state, a simulation control parameter and a first simulation position instruction signal, and an evaluation portion that provides a real control parameter, a simulation control parameter, and a first simulation position signal on the basis of said real position instruction and said simulation quantity of state by a means of a genetic algorithm; and

a real controller portion that has the same structure as that of said simulation controller, and provides a torque signal to an electric motor, which is a source of drive, on the basis of said real position instruction, said real control parameter and a quantity of state observable from a real system."

3. (After amended) The apparatus for controlling an electric motor as set forth in Claim 1 or 2, wherein said apparatus is provided with a means for supplying control parameters, which are obtained by the evaluation unit of said simulation portion to the real control portion after said simulation portion is driven prior to a real operation and a simulation evaluation function for evaluating the behaviors of said numerical model satisfies the initial conditions established in advance.

4. (After amended) The apparatus for controlling an electric motor as set forth in Claim 3, wherein said apparatus is provided with said numerical model that

provides a simulation speed signal and a simulation position signal based on a simulation torque with respect to a given real position instruction; a simulation PI controlling portion that provides a simulation torque instruction to said numerical model on the basis of the simulation speed signal and simulation position signal of said numerical model; and a real PI controlling portion that provides a real torque signal on the basis of said real position instruction, real position signal and real speed signal.

5. (After amended) The apparatus for controlling an electric motor as set forth in Claim 3, wherein said apparatus is provided with a numerical model that provides a simulation position signal on the basis of a simulation torque instruction with a respect to a given real position instruction; a simulation PID controlling portion that provides said numerical model with said simulation torque instruction on the basis of a simulation position signal of said numerical model; and a real PID controlling portion that provides a real torque signal on the basis of said real position instruction and said real position signal.

6. (After amended) The apparatus for controlling an electric motor as set forth in Claim 3, wherein said apparatus is provided with a numerical model that provides a simulation speed signal on the basis of a simulation torque instruction with respect to a given real speed instruction; a simulation

PID controlling portion that provides said numerical model with a simulation torque instruction on the basis of said simulation speed signal of said numerical model; and a real PI controlling portion that provides a real torque signal on the basis of said real speed instruction and real speed signal.

7. (After amended) The apparatus for controlling an electric motor as set forth in Claim 4, wherein said apparatus is provided with a simulation controlling portion consisting of a simulation PID controlling portion, which provides said numerical model with a simulation torque instruction on the basis of the simulation speed signal and simulation position signal of said numerical model, and a simulation compensating portion; and a real controlling portion consisting of a real PID controlling portion that provides a real torque signal based on the real position instruction, real position signal and real speed signal, and a real compensating portion.

8. (After amended) The apparatus for controlling an electric motor as set forth in Claim 5, wherein said apparatus is provided with a simulation controlling portion consisting of a simulation PID controlling portion, which provides said numerical model with a simulation torque instruction on the basis of the simulation position signal of said numerical model, and a simulation compensating portion; and a real controlling portion consisting of a real PID controlling portion, which provides a real torque on the basis of the real position

instruction and real position signal; and a real controlling portion.

9. (After amended) The apparatus for controlling an electric motor as set forth in Claim 6, wherein said apparatus is provided with a real controlling portion consisting of a simulation PI controlling portion that provides said numerical model with a simulation torque instruction on the basis of a simulation speed signal of said numerical model, a simulation compensating portion, a real PI controlling portion that provides a real torque signal on the basis of a real speed instruction and said real speed signal, and a real compensating portion.

10. (After amended) The apparatus for controlling an electric motor as set forth in Claim 4, wherein said apparatus is provided with a simulation controlling portion that is constructed of a simulation PID controlling portion, which provides said numerical model with a simulation torque instruction on the basis of a simulation speed signal of said numerical model and a simulation position signal thereof, and a simulation controlling portion consisting of a plurality of types of simulation compensators; and a real controlling portion that is constructed of a real PID controlling portion, which provides a real torque signal on the basis of a real position instruction, said real position signal and said real speed signal, and a real compensating portion consisting of

a plurality of types of said real compensators.

11. (After amended) The apparatus for controlling an electric motor as set forth in Claim 5, wherein said apparatus is provided with a simulation controlling portion that is constructed of a simulation PID controlling portion, which provides said numerical model with a simulation torque instruction on the basis of a simulation position signal of said numerical model, and a simulation compensating portion consisting of a plurality of types of simulation compensators; and a real controlling portion that is constructed of a real PID controlling portion, which provides a real torque signal on the basis of a real position instruction and said real position signal, and a real compensating portion consisting of a plurality of real compensators.

12. (After amended) The apparatus for controlling an electric motor as set forth in Claim 6, wherein said apparatus is provided with a simulation controlling portion that is constructed of a simulation PI controlling portion, which provides said numerical model with a simulation torque instruction on the basis of a simulation speed signal of said numerical model, and a simulation compensating portion consisting of a plurality of types of simulation compensators; and a real controlling portion that is constructed of a real PI controlling portion, which provides a real torque signal on the basis of a real speed instruction and said real speed

signal, and a real compensating portion consisting of a plurality of real compensators.

13. (After amended) The apparatus for controlling an electric motor as set forth in any one of Claims 1 through 12, wherein said apparatus comprise a numerical model by using an observable quantity of state, which is obtained by driving the real system based on the initial controlling parameters initially established by the real controlling portion, and an initial torque instruction given to a real driving portion in the initial state where said numerical model is constituted; driving the real system after the controlling parameters are provided; re-determining said numerical model by, where the behaviors of the real system do not satisfy the on-real running evaluation function established in advance, using the real running torque instruction at that time and the observable quantity of real running state of the real system; and re-starting the simulator portion to re-determine the controlling parameters in said evaluation portion.

" a real compensating portion consisting of a plurality of simulation compensating devices" , which is described in existing Claims 9, 10, 11, 13, 14 and 15, is a mistake as the Examiner pointed out. That is, the correct phrase is " a real compensating portion consisting of a plurality of real compensating devices" . Therefore, phrases corresponding thereto in new Claims 10, 11, 12, 14, 15 and 16 were amended

to read as described above.

14. (After amended) The apparatus for controlling an electric motor as set forth in Claim 13, wherein said apparatus includes a simulation controlling portion that is constructed of a simulation PID controlling portion, which provides said numerical model with a simulation torque instruction on the basis of a simulation speed signal of said numerical model and simulation position signal thereof, and a simulation compensating portion consisting of a plurality of types of simulation compensators; and a real controlling portion that is constructed of a real PID controlling portion, which provides a real torque signal on the basis of a real position instruction, said real position signal and said real speed signal, and a real compensating portion consisting of a plurality of real compensators.

15. (After amended) The apparatus for controlling an electric motor as set forth in Claim 13, wherein said apparatus includes a simulation controlling portion that is constructed of a simulation PID controlling portion, which provides said numerical model with a simulation torque instruction on the basis of a simulation position signal of said numerical model, and a simulation compensating portion consisting of a plurality of types of simulation compensators; and a real controlling portion that is constructed of a real PID controlling portion, which provides a real torque signal on the basis of a real

position instruction and said real position signal, and a real compensating portion consisting of a plurality of real compensators.

16. (Added) The apparatus for controlling an electric motor as set forth in Claim 13, wherein said apparatus includes a simulation controlling portion that is constructed of a simulation PI controlling portion, which provides said numerical model with a simulation torque instruction on the basis of a simulation speed signal of said numerical model, and a simulation compensating portion consisting of a plurality of types of simulation compensators; and a real controlling portion that is constructed of a real PI controlling portion, which provides a real torque signal on the basis of a real speed instruction and said real speed signal, and a real compensating portion consisting of a plurality of real compensators.

特 許 協 力 条 約

PCT

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)
(PCT36条及びPCT規則70)

REC'D 27 OCT 2000

WIPO PCT

| | | |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------|
| 出願人又は代理人 の書類記号 9834 | 今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/ IPEA/416)を参照すること。 | |
| 国際出願番号 PCT/JP99/05064 | 国際出願日 (日.月.年) 16.09.99 | 優先日 (日.月.年) 18.09.98 |
| 国際特許分類(IPC) Int. Cl ⁷ H02P5/00 | | |
| 出願人(氏名又は名称) 株式会社安川電機 | | |

- 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。
- この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。
☒ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)
この附属書類は、全部で 3 ページである。
- この国際予備審査報告は、次の内容を含む。
 - ☒ 国際予備審査報告の基礎
 - ☐ 優先権
 - ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
 - ☐ 発明の単一性の欠如
 - ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
 - ☐ ある種の引用文献
 - ☐ 国際出願の不備
 - ☐ 国際出願に対する意見

| | | |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------|
| 国際予備審査の請求書を受理した日 31.01.00 | 国際予備審査報告を作成した日 16.10.00 | |
| 名称及びあて先 日本国特許庁(IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 特許庁審査官(権限のある職員) 紀本 孝 電話番号 03-3581-1101 内線 3356 | 3V 8815 |

様式PCT/IPEA/409(表紙)(1998年7月)

I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
 PCT規則70.16, 70.17)

☐ 出願時の国際出願書類

☒ 明細書 第 1-49 ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 請求の範囲 第 _____ 項、 出願時に提出されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 請求の範囲 第 1-16 項、 03, 07, 00 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 図面 第 1-79 ページ/図、 出願時に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条（PCT35条(2)）に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

| | | | |
|----------------|-------|--------|---|
| 新規性 (N) | 請求の範囲 | 1 - 16 | 有 |
| | 請求の範囲 | | 無 |
| 進歩性 (IS) | 請求の範囲 | 1 - 16 | 有 |
| | 請求の範囲 | | 無 |
| 産業上の利用可能性 (IA) | 請求の範囲 | 1 - 16 | 有 |
| | 請求の範囲 | | 無 |

2. 文献及び説明 (PCT規則70.7)

請求の範囲1-16に係る発明の、「実位置指令と模擬状態量とに基づいて実制御パラメータ、模擬制御パラメータ、模擬位置指令信号を提供する評価部」は、国際調査報告で引用された何れの文献にも開示されておらず、当業者が容易に想到し得ないものである。

請求の範囲

1. (補正後) 負荷機械と、動力を伝達する伝達機構と、前記伝達機構を介して前記負荷機械を駆動する電動機とを備えた機械システムにおいて、

実位置指令を提供する位置指令発生器と、前記機械システムを模擬し、模擬トルク信号に基づいて模擬状態量を提供する数値モデルと、前記状態量と模擬制御パラメータと第1模擬位置指令信号とに基づいて前記数値モデルに模擬トルク信号を供給する模擬制御部と、前記実位置指令と前記模擬状態量とに基づいて実制御パラメータと模擬制御パラメータと第1模擬位置指令信号とを提供する評価部とからなるシミュレータ部と、前記模擬制御部と同一な構造を持ち、前記実位置指令と前記実制御パラメータと実システムからの観測可能な状態量とに基づいて駆動源である電動機にトルク信号を供給する実制御部とから構成されることを特徴とする電動機制御装置。

2. (補正後) 負荷機械と、動力を伝達する伝達機構と、前記伝達機構を介して前記負荷機械を駆動する電動機とを備えた機械システムにおいて、

実位置指令を提供する位置指令発生器と、前記機械システムを模擬し、模擬トルク信号に基づいて模擬状態量を提供する数値モデルと、前記状態量と模擬制御パラメータと第1模擬位置指令信号とに基づいて前記数値モデルに模擬トルク信号を供給する模擬制御部と、前記実位置指令と前記模擬状態量とに基づいて実制御パラメータと模擬制御パラメータと第1模擬位置指令信号とを遺伝的アルゴリズムにより提供する評価部とからなるシミュレータ部と、前記模擬制御部と同一な構造を持ち、前記実位置指令と前記実制御パラメータと実システムからの観測可能な状態量とに基づいて駆動源である電動機にトルク信号を供給する実制御部とから構成されることを特徴とする電動機制御装置。

3. (補正後) 実動作に先立ち前記シミュレータ部を駆動させ、前記数値モデルの挙動を評価する模擬評価関数があらかじめ設定された初期条件を満足した後、前記シミュレータ部の評価部で求められた制御パラメータを実制御部に供給する手段を備えたことを特徴とする請求項1または2記載の電動機制御装置。

4. (補正後) 与えられた実位置指令に対して、模擬トルク指令に基づいて模擬速度信号および模擬位置信号を供給する前記数値モデルと、前記数値モデルの模擬速度信号および模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬PID制御部と、前記実位置指令と実位置信号と実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実PID制御部とを備えたことを特徴とする請求項3記載の電動機制御装置。

5. (補正後) 与えられた実位置指令に対して、模擬トルク指令に基づいて模擬位置信号を供給する数値モデルと、前記数値モデルの模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに前記模擬トルク指令を供給する模擬P I D制御部と、前記実位置指令と前記実位置信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I D制御部とを備えたことを特徴とする請求項3記載の電動機制御装置。

6. (補正後) 与えられた実速度指令に対して、模擬トルク指令に基づいて模擬速度信号を供給する数値モデルと、前記数値モデルの前記模擬速度信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I 制御部と、前記実速度指令と実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I 制御部とを備えたことを特徴とする請求項3記載の電動機制御装置。

7. (補正後) 前記数値モデルの模擬速度信号および模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I D制御部と模擬補償部とからなる模擬制御部と、実位置指令と前記実位置信号と前記実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I D制御部と実補償部とからなる実制御部とを備えたことを特徴とする請求項4記載の電動機制御装置。

8. (補正後) 前記数値モデルの模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I D制御部と模擬補償部とからなる模擬制御部と、実位置指令と前記実位置信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I D制御部と実補償部とからなる実制御部とを備えたことを特徴とする請求項5記載の電動機制御装置。

9. (補正後) 前記数値モデルの模擬速度信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I 制御部と模擬補償部と、実速度指令と前記実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I 制御部と実補償部とからなる実制御部とを備えたことを特徴とする請求項6記載の電動機制御装置。

10. (補正後) 前記数値モデルの模擬速度信号および模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I D制御部と複数種類の模擬補償器からなる模擬補償部と構成された模擬制御部と、実位置指令と前記実位置信号と前記実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I D制御部と複数種類の前記実補償器からなる実補償部とから構成された実制御部とを備えたことを特徴とする請求項4記載の電動機制御装置。

11. (補正後) 前記数値モデルの模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I D制御部と複数種類の模擬補償器からなる模擬補償部と構成された模擬制御部と、実位置指令と前記実位置信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I D制御部と複数種類の実補償器からなる実補償部とを

ら構成された実制御部とを備えたことを特徴とする請求項 5 記載の電動機制御装置。

12. (補正後)前記数値モデルの模擬速度信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬 P I 制御部と複数種類の模擬補償器からなる模擬補償部と構成された模擬制御部と、実速度指令と前記実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実 P I 制御部と複数種類の実補償器からなる実補償部とから構成された実制御部とを備えたことを特徴とする請求項 6 記載の電動機制御装置。

13. (補正後)前記数値モデルを構成するに際し、初期状態時においては、実制御部で初期的に設定された初期制御パラメータにより実系を駆動することにより得られる、観測可能な初期状態量と実駆動部に与えた初期トルク指令を用いることにより作成し、制御パラメータが供給された後、実系を駆動し、実系の挙動があらかじめ設定された実稼動時評価関数を満足しない場合は、この時点の実稼動トルク指令と実系の観測可能な実稼動状態量を用い、前記数値モデルを決定しなおし、前記シミュレータ部を再起動し、前記評価部で制御パラメータを決定しなおすことを特徴とする請求項 1 から 12 のうちいずれかに記載の電動機制御装置。

14. (補正後)前記数値モデルの模擬速度信号および模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬 P I D 制御部と複数種類の模擬補償器からなる模擬補償部と構成された模擬制御部と、実位置指令と前記実位置信号と前記実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実 P I D 制御部と複数種類の実補償器からなる実補償部とから構成された実制御部とを備えたことを特徴とする請求項 13 記載の電動機制御装置。

15. (補正後)前記数値モデルの模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬 P I D 制御部と複数種類の模擬補償器からなる模擬補償部と構成された模擬制御部と、実位置指令と前記実位置信号とに基づいて実トルク信号を供給する実 P I D 制御部と複数種類の実補償器からなる実補償部とで構成された実制御部とを備えたことを特徴とする請求項 13 記載の電動機制御装置。

16. (追加)前記数値モデルの模擬速度信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬 P I 制御部と複数種類の模擬補償器からなる模擬補償部とで構成された模擬制御部と、実速度指令と前記実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実 P I 制御部と複数種類の実補償器からなる実補償部とで構成された実制御部とを備えたことを特徴とする請求項 13 記載の電動機制御装置。



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

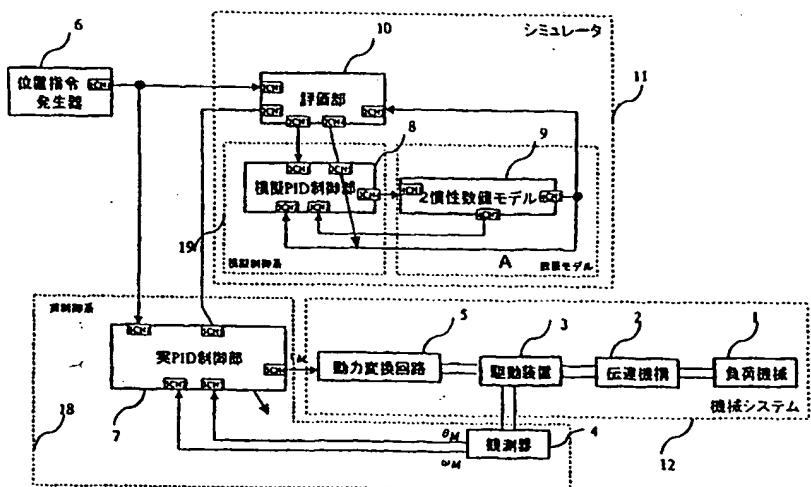
| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(51) 国際特許分類7 H02P 5/00</p> | <p>A1</p> | <p>(11) 国際公開番号 WO00/17998</p> <p>(43) 国際公開日 2000年3月30日(30.03.00)</p> |
| <p>(21) 国際出願番号 PCT/JP99/05064</p> <p>(22) 国際出願日 1999年9月16日(16.09.99)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平10/264336 1998年9月18日(18.09.98) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 安川電機 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI)[JP/JP] 〒806-0004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 Fukuoka, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 郝 双暉(HAO, Shuang-Hui)[JP/JP] 小黒龍一(OGURO, Ryuichi)[JP/JP] 宮河秀和(MIYAGAWA, Hidekazu)[JP/JP] 〒806-0004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社 安川電機内 Fukuoka, (JP)</p> | | <p>(81) 指定国 CN, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p> |

(54)Title: MOTOR CONTROLLER

(54)発明の名称 電動機制御装置

(57) Abstract

A motor controller comprising a machine system (12) having a load machine (1), a transmission mechanism (2) for transmitting power, and a motor for driving the load machine through the transmission mechanism; a simulator unit (11) having a numeric model (9) including the machine system, a simulation control section (19) for giving a torque command to the numeric model by using an observable quantity of state of the numeric model, and an evaluating section (10) for sending a control parameter to the simulation control section and an actual control unit; and the actual control unit (18) having an actual control section which receives an observable quantity of state of an actual system and has the same structure as that of the simulator unit and adapted to supply a torque signal to the motor serving as a drive source. Therefore the control gain of a motor controller can be automatically adjusted quickly and optimally.



- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| A ... NUMERIC MODEL | 7 ... ACTUAL PID CONTROL SECTION |
| 1 ... LOAD MACHINE | 8 ... SIMULATION PID CONTROL PART |
| 2 ... TRANSMISSION MECHANISM | 9 ... TWO-INERTIAL NUMERIC MODEL |
| 3 ... DRIVE | 10 ... EVALUATING SECTION |
| 4 ... OBSERVING INSTRUMENT | 11 ... SIMULATOR |
| 5 ... POWER CONVERTING CIRCUIT | 12 ... MACHINE SYSTEM |
| 6 ... POSITION COMMAND GENERATOR | 18 ... ACTUAL CONTROL SYSTEM |
| | 19 ... SIMULATION CONTROL SECTION |

負荷機械（１）と、動力を伝達する伝達機構（２）と、前記伝達機構を介して前記負荷機械を駆動する電動機とを備えた機械システム（１２）と、前記機械システムを含んだ数値モデル（９）と、前記数値モデルの観測可能な状態量を用い前記数値モデルにトルク指令を供給する模擬制御部（１９）と、前記模擬制御部と実制御部とに制御パラメータを供給する評価部（１０）とからなるシミュレータ部（１１）と、実システムからの観測可能な状態量を入力とし前記シミュレータ部と同一な構造を持つ実制御部を有し、駆動源である前記電動機にトルク信号を供給する実制御部（１８）とを備えたものである。

これにより、電動機制御装置の制御ゲインを自動的により高速かつ最適に調整できる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

| | | | | | | | |
|----|--------------|----|---------|----|----------------|----|------------|
| AE | アラブ首長国連邦 | DM | ドミニカ | KZ | カザフスタン | RU | ロシア |
| AL | アルバニア | EE | エストニア | LC | セントルシア | SD | スーダン |
| AM | アルメニア | ES | スペイン | LI | リヒテンシュタイン | SE | スウェーデン |
| AT | オーストリア | FI | フィンランド | LK | スリ・ランカ | SG | シンガポール |
| AU | オーストラリア | FR | フランス | LR | リベリア | SI | スロヴェニア |
| AZ | アゼルバイジャン | GA | ガボン | LS | レソト | SK | スロヴァキア |
| BA | ボスニア・ヘルツェゴビナ | GB | 英国 | LT | リトアニア | SL | シエラ・レオネ |
| BB | バルバドス | GD | グレナダ | LU | ルクセンブルグ | SN | セネガル |
| BE | ベルギー | GE | グルジア | LV | ラトヴィア | SZ | スワジランド |
| BF | ブルキナ・ファソ | GH | ガーナ | MA | モロッコ | TD | チャード |
| BG | ブルガリア | GM | ガンビア | MC | モナコ | TG | トーゴ |
| BJ | ベナン | GN | ギニア | MD | モルドヴァ | TJ | タジキスタン |
| BR | ブラジル | GW | ギニア・ビサオ | MG | マダガスカル | TZ | タンザニア |
| BY | ベラルーシ | GR | ギリシャ | MK | マケドニア旧ユーゴスラヴィア | TM | トルクメニスタン |
| CA | カナダ | HR | クロアチア | | 共和国 | TR | トルコ |
| CF | 中央アフリカ | HU | ハンガリー | ML | マリ | TT | トリニダード・トバゴ |
| CG | コンゴ | ID | インドネシア | MN | モンゴル | UA | ウクライナ |
| CH | スイス | IE | アイルランド | MR | モーリタニア | UG | ウガンダ |
| CI | コートジボアール | IL | イスラエル | MW | マラウイ | US | 米国 |
| CM | カメルーン | IN | インド | MX | メキシコ | UZ | ウズベキスタン |
| CN | 中国 | IS | アイスランド | NE | ニジェール | VN | ヴェトナム |
| CR | コスタ・リカ | IT | イタリア | NL | オランダ | YU | ユーゴスラビア |
| CU | キューバ | JP | 日本 | NO | ノルウェー | ZA | 南アフリカ共和国 |
| CY | キプロス | KE | ケニア | NZ | ニュージーランド | ZW | ジンバブエ |
| CZ | チェッコ | KG | キルギスタン | PL | ポーランド | | |
| DE | ドイツ | KP | 北朝鮮 | PT | ポルトガル | | |
| DK | デンマーク | KR | 韓国 | RO | ルーマニア | | |

明細書

電動機制御装置

〔技術分野〕

本発明は、例えば、工作機械におけるテーブルやロボットのアームのような負荷機械を駆動する電動機（直流電動機、誘導電動機、同期電動機、リニアモータなど）の制御装置に関するものである。

〔背景技術〕

従来例の構成を図面に基づいて説明する。特開平9-131087で開示された従来の電動機の制御装置のブロック図を第79図に示す。第79図において、20はサーボシステム、21は制御部、22は近時モデル、23はモデル同定部、24は制御ゲイン調整部、25は切り換え手段、26は規範モデル、27は評価値演算部である。

次に、上述した従来例の動作について説明する。第79図に示すように、近似モデル22を作成するためのモデル同定部23と遺伝アルゴリズムの手法を用いて制御ゲインの自動調整を行う制御調整装置24を有する。モデル同定部23に関しては、調整を行うに妥当なモデルを近似モデル22に予め設定しており、未知の定数のみを最小二乗法等により同定する。制御ゲイン調整装置24については、遺伝アルゴリズムを利用して、制御ゲインの最適化を行う。また、調整中は制御対象側へ切り換え、通常運転に入る。前記の調整装置および調整方法により、局所解に陥ることなく、しかも高速にサーボ系の制御ゲインを最適に調整できる。

しかしながら、従来の制御装置では、制御ゲインの最適化を行う時、実制御部21を利用するので、応用上に不便が生じる場合がある。また、同定用指令は実指令と同一であるので、指令の変更などが困難であり、よって調整時間が長くなるなどの問題があった。

本発明が解決すべき課題は、制御ゲインを自動的により高速かつ最適に調整することにある。

〔発明の開示〕

本発明は、負荷機械と、動力を伝達する伝達機構と、前記伝達機構を介して前記負荷機械を駆動する電動機とを備えた機械システムと、前記機械システムを含

んだ数値モデルと、前記数値モデルの観測可能な状態量を用い前記数値モデルにトルク指令を供給する模擬制御部と、前記模擬制御部と実制御部とに制御パラメータを供給する評価部とからなるシミュレータ部と、実システムからの観測可能な状態量を入力とし前記シミュレータ部と同一な構造を持つ実制御部を有し、駆動源である前記電動機にトルク信号を供給する実制御部とを備えたものである。

また、本発明は、実動作に先立ち前記シミュレータ部を駆動させ、前記数値モデルの挙動を評価する模擬評価関数があらかじめ設定された初期条件を満足した後、前記シミュレータ部の評価部で求められた制御パラメータを実制御部に供給する手段を備えたものである。

また、本発明は、与えられた実位置指令に対して、模擬トルク指令に基づいて模擬速度信号および模擬位置信号を供給する前記数値モデルと、前記数値モデルの模擬速度信号および模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬PID制御部と、前記実位置指令と実位置信号と実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実PID制御部とを備えたものである。

また、本発明は、与えられた実位置指令に対して、模擬トルク指令に基づいて模擬位置信号を供給する数値モデルと、前記数値モデルの模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに前記模擬トルク指令を供給する模擬PID制御部と、前記実位置指令と前記実位置信号とに基づいて実トルク信号を供給する実PID制御部とを備えたものである。

また、本発明は、与えられた実速度指令に対して、模擬トルク指令に基づいて模擬速度信号を供給する数値モデルと、前記数値モデルの前記模擬速度信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬PI制御部と、前記実速度指令と実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実PI制御部とを備えたものである。

また、本発明は、前記数値モデルの模擬速度信号および模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬PID制御部と模擬補償部とからなる模擬制御部と、実位置指令と前記実位置信号と前記実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実PID制御部と実補償部とからなる実制御部とを

備えたものである。

また、本発明は、前記数値モデルの模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I D制御部と模擬補償部とからなる模擬制御部と、実位置指令と前記実位置信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I D制御部と実補償部とからなる実制御部とを備えたものである。

また、本発明は、前記数値モデルの模擬速度信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I 制御部と模擬補償部と、実速度指令と前記実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I 制御部と実補償部とからなる実制御部とを備えたものである。

また、本発明は、前記数値モデルの模擬速度信号および模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I D制御部と複数種類の模擬補償器からなる模擬補償部と構成された模擬制御部と、実位置指令と前記実位置信号と前記実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I D制御部と複数種類の前記模擬補償器からなる実補償部と構成された実制御部とを備えたものである。

また、本発明は、前記数値モデルの模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I D制御部と複数種類の模擬補償器からなる模擬補償部と構成された模擬制御部と、実位置指令と前記実位置信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I D制御部と複数種類の模擬補償器からなる実補償部と構成された実制御部とを備えたものである。

また、本発明は、前記数値モデルの模擬速度信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I 制御部と複数種類の模擬補償器からなる模擬補償部と構成された模擬制御部と、実速度指令と前記実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I 制御部と複数種類の模擬補償器からなる実補償部と構成された実制御部とを備えたものである。

また、本発明は、シミュレータ部の前記数値モデルを構成する際に初期状態時においては、実制御部部で初期的に設定された初期制御パラメータにより実系を駆動することにより得られる観測可能な初期状態量と実駆動部に与えた初期トル

ク指令を用いることにより作成し、制御パラメータが供給された後、実系を駆動し、実系の挙動があらかじめ設定された実稼動時評価関数を満足しない場合は、この時点の実稼動トルク指令と実系の観測可能な実稼動状態量を用い、シミュレータ部の前記数値モデルを決定しなおし、シミュレータ部を再起動し、制御パラメータを決定しなおす手段を備えたものである。

また、本発明は、前記数値モデルの模擬速度信号および模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I D制御部と複数種類の模擬補償器からなる模擬補償部と構成された模擬制御部と、実位置指令と前記実位置信号と前記実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I D制御部と複数種類の模擬補償器からなる実補償部と構成された実制御部とを備えたものである。

また、本発明は、前記数値モデルの模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I D制御部と複数種類の模擬補償器からなる模擬補償部と構成された模擬制御部と、実位置指令と前記実位置信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I D制御部と複数種類の模擬補償器からなる実補償部とで構成された実制御部とを備えたものである。

また、本発明は、前記数値モデルの模擬速度信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I 制御部と複数種類の模擬補償器からなる模擬補償部とで構成された模擬制御部と、実速度指令と前記実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I 制御部と複数種類の模擬補償器からなる実補償部とで構成された実制御部とを備えたものである。

このため本発明の請求項1～3においては、観測器1によって、実位置信号と実速度信号とが検出される。2慣性数値モデルによって、模擬速度信号および模擬位置信号とが出力される。模擬制御部によって、模擬トルク信号が出力される。評価部によって、第1模擬位置指令信号と模擬ゲインと実ゲインとが出力される。実制御部によって、機械システムが最適ゲインで制御される。

このため本発明の請求項4においては、観測器1によって、実位置信号が検出される。2慣性数値モデルによって、模擬位置信号とが出力される。模擬制御部

によって、模擬トルク信号が出力される。評価部によって、第1模擬位置指令信号と模擬ゲインと実ゲインとが出力される。実制御部によって、機械システムが最適ゲインで制御される。

このため本発明の請求項5においては、観測器1によって、実速度信号が検出される。2慣性数値モデルによって、模擬速度信号とが出力される。模擬制御部によって、模擬トルク信号が出力される。評価部によって、第1模擬速度指令信号と模擬ゲインと実ゲインとが出力される。実制御部によって、機械システムが最適ゲインで制御される。

このため本発明の請求項6においては、観測器1によって、実位置信号と実速度信号とが検出される。2慣性数値モデルによって、模擬速度信号および模擬位置信号とが出力される。模擬制御部によって、模擬トルク信号が出力される。評価部によって、第1模擬位置指令信号と模擬ゲインと実ゲインとが出力される。実制御部によって、機械システムが最適補償ゲインと最適フィードバックゲインとで制御される。

このため本発明の請求項7においては、観測器1によって、実位置信号が検出される。2慣性数値モデルによって、模擬位置信号とが出力される。模擬制御部によって、模擬トルク信号が出力される。評価部によって、第1模擬位置指令信号と模擬ゲインと実ゲインとが出力される。実制御部によって、機械システムが最適補償ゲインと最適フィードバックゲインとで制御される。

このため本発明の請求項8においては、観測器1によって、実速度信号が検出される。2慣性数値モデルによって、模擬速度信号とが出力される。模擬制御部によって、模擬トルク信号が出力される。評価部によって、第1模擬速度指令信号と模擬ゲインと実ゲインとが出力される。実制御部によって、機械システムが最適補償ゲインと最適フィードバックゲインとで制御される。

このため本発明の請求項9においては、観測器1によって、実位置信号と実速度信号とが検出される。2慣性数値モデルによって、模擬速度信号および模擬位置信号とが出力される。模擬制御部によって、模擬トルク信号が出力される。評価部によって、第1模擬位置指令信号と模擬ゲインと実ゲインとが出力される。

実制御部によって、機械システムが最適補償器と最適補償ゲインと最適フィードバックゲインとで制御される。

このため本発明の請求項 10 においては、観測器 1 によって、実位置信号が検出される。2 慣性数値モデルによって、模擬位置信号とが出力される。模擬制御部によって、模擬トルク信号が出力される。評価部によって、第 1 模擬位置指令信号と模擬ゲインと実ゲインとが出力される。実制御部によって、機械システムが最適補償器と最適補償ゲインと最適フィードバックゲインとで制御される。

このため本発明の請求項 11 においては、観測器 1 によって、実速度信号が検出される。2 慣性数値モデルによって、模擬速度信号とが出力される。模擬制御部によって、模擬トルク信号が出力される。評価部によって、第 1 模擬速度指令信号と模擬ゲインと実ゲインとが出力される。実制御部によって、機械システムが最適補償器と最適補償ゲインと最適フィードバックゲインとで制御される。

このため本発明の請求項 12～13 においては、観測器 1 によって、実位置信号と実速度信号とが検出される。2 慣性数値モデルによって、模擬速度信号および模擬位置信号とが出力される。模擬制御部によって、模擬トルク信号が出力される。評価部によって、まず、機械システムを近似する 2 慣性数値モデルの最適パラメータが同定される。それによって、機械システムのパラメータを直接計測ことなく、第 1 模擬位置指令信号と模擬ゲインと実ゲインとが出力される。実制御部によって、機械システムが最適補償器と最適補償ゲインと最適フィードバックゲインとで制御される。

このため本発明の請求項 14 においては、観測器 1 によって、実位置信号が検出される。2 慣性数値モデルによって、模擬位置信号とが出力される。模擬制御部によって、模擬トルク信号が出力される。評価部によって、まず、機械システムを近似する 2 慣性数値モデルの最適パラメータが同定される。それによって、機械システムのパラメータを直接計測ことなく、第 1 模擬位置指令信号と模擬ゲインと実ゲインとが出力される。実制御部によって、機械システムが最適補償器と最適補償ゲインと最適フィードバックゲインとで制御される。

このため本発明の請求項 15 においては、観測器 1 によって、実速度信号が検出

される。2慣性数値モデルによって、模擬速度信号とが出力される。模擬制御部によって、模擬トルク信号が出力される。評価部によって、まず、機械システムを近似する2慣性数値モデルの最適パラメータが同定される。それによって、機械システムのパラメータを直接計測ことなく、第1模擬速度指令信号と模擬ゲインと実ゲインとが出力される。実制御部によって、機械システムが最適補償器と最適補償ゲインと最適フィードバックゲインとで制御される。

[図面の簡単な説明]

第1図は本発明の実施例1を示すブロック図である。第2図は本発明の実施例1の2慣性数値モデルを示すブロック図である。第3図は本発明の実施例1の実PID制御部を示すブロック図である。第4図は本発明の実施例1の模擬PID制御部を示すブロック図である。第5図は本発明の実施例1の評価部を示すブロック図である。第6図は本発明の実施例1の上位制御部を示すブロック図である。第7図は本発明の実施例1の模擬指令変換器を示すブロック図である。第8図は本発明の実施例1の規範応答発生器を示すブロック図である。第9図は本発明の実施例1の中央処理器を示すフローチャートである。第10図は本発明の実施例2のブロック図である。

第11図は本発明の実施例2の2慣性数値モデルを示すブロック図である。第12図は本発明の実施例2の実PID制御部を示すブロック図である。第13図は本発明の実施例2の模擬PID制御部を示すブロック図である。第14図は本発明の実施例3の実PI制御部を示すブロック図である。第15図は本発明の実施例3の模擬PI制御部を示すブロック図である。第16図は本発明の実施例3のブロック図である。第17図は本発明の実施例3の評価部を示すブロック図である。第18図は本発明の実施例3の上位制御部を示すブロック図である。第19図は本発明の実施例3の中央処理器を示すフローチャートである。第20図は本発明の実施例3の規範応答発生器を示すブロック図である。

第21図は本発明の実施例3の2慣性数値モデルを示すブロック図である。第22図は本発明の実施例4のブロック図である。第23図は本発明の実施例4の実補償部を示すブロック図である。第24図は本発明の実施例4の評価部を示す

ブロック図である。第25図は本発明の実施例4の模擬補償部を示すブロック図である。第26図は本発明の実施例4の中央処理器を示すフローチャートである。第27図は本発明の実施例4の上位制御部を示すブロック図である。第28図は本発明の実施例5のブロック図である。第29図は本発明の実施例6のブロック図である。第30図は本発明の実施例6の実補償部を示すブロック図である。

第31図は本発明の実施例6の評価部を示すブロック図である。第32図は本発明の実施例6の模擬補償部を示すブロック図である。第33図は本発明の実施例6の中央処理器を示すフローチャートである。第34図は本発明の実施例6の上位制御部を示すブロック図である。第35図は本発明の実施例7のブロック図である。第36図は本発明の実施例7の模擬補償部を示すブロック図である。第37図は本発明の実施例7の第1模擬補償部を示すブロック図である。第38図は本発明の実施例7の第2模擬補償部を示すブロック図である。第39図は本発明の実施例7の第3模擬補償部を示すブロック図である。第40図は本発明の実施例7の実補償部を示すブロック図である。

第41図は本発明の実施例7の第1実補償部を示すブロック図である。第42図は本発明の実施例7の第2実補償部を示すブロック図である。第43図は本発明の実施例7の第3実補償部を示すブロック図である。第44図は本発明の実施例7の2慣性数値モデルを示すブロック図である。第45図は本発明の実施例7の評価部を示すブロック図である。第46図は本発明の実施例7の中央処理器を示すフローチャートである。第47図は本発明の実施例7の上位制御部を示すブロック図である。第48図は本発明の実施例8のブロック図である。第49図は本発明の実施例8の2慣性数値モデルを示すブロック図である。第50図は本発明の実施例9の2慣性数値モデルを示すブロック図である。

第51図は本発明の実施例9のブロック図である。第52図は本発明の実施例9の模擬補償部を示すブロック図である。第53図は本発明の実施例9の第1模擬補償部を示すブロック図である。第54図は本発明の実施例9の第2模擬補償部を示すブロック図である。第55図は本発明の実施例9の第3模擬補償部を示すブロック図である。第56図は本発明の実施例9の実補償部を示すブロック

図である。第57図は本発明の実施例9の第1実補償部を示すブロック図である。第58図は本発明の実施例9の第2実補償部を示すブロック図である。第59図は本発明の実施例9の第3実補償部を示すブロック図である。第60図は本発明の実施例9の評価部を示すブロック図である。

第61図は本発明の実施例9の中央処理器を示すフローチャートである。第62図は本発明の実施例9の上位制御部を示すブロック図である。第63図は本発明の実施例10のブロック図である。第64図は本発明の実施例10の2慣性数値モデルを示すブロック図である。第65図は本発明の実施例10の評価部を示すブロック図である。第66図は本発明の実施例10の上位制御部を示すブロック図である。第67図は本発明の実施例10の規範応答発生器を示すブロック図である。第68図は本発明の実施例10のリレーを示すブロック図である。第69図は本発明の実施例10の中央処理器を示すフローチャートである。第70図は本発明の実施例10の同定工程を示すフローチャートである。

第71図は本発明の実施例11のブロック図である。第72図は本発明の実施例11の2慣性数値モデルを示すブロック図である。第73図は本発明の実施例12の2慣性数値モデルを示すブロック図である。第74図は本発明の実施例12のブロック図である。第75図は本発明の実施例12の評価部を示すブロック図である。第76図は本発明の実施例12の上位制御部を示すブロック図である。第77図は本発明の実施例12の規範応答発生器を示すブロック図である。第78図は本発明の実施例12の中央処理器を示すフローチャートである。第79図は従来制御装置を示すブロック図である。

[発明を実施するための最良の形態]

本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。本発明の実施例1を、第1図～第9図を参照しながら説明する。第1図は、本発明の実施例1の全体を示すブロック図である。第1図において、本発明の実施例1は、負荷機械1と、伝達機構2と、駆動装置3と、動力変換回路5と、観測器4と、位置指令発生器6と、実PID制御部7と、模擬PID制御器8と、2慣性数値モデル9と、評価部10とから構成されている。負荷機械1と伝達機構2と駆動装置3と観測器4と動

力変換回路5と位置指令発生器6は従来装置のものと同一である。

第2図は、上述2慣性数値モデル9の詳細な構成を示すブロック図である。第2図において、2慣性数値モデル9は、2つの慣性系と1つのばね系とから構成されている。

第3図は、上述実PID制御部7の詳細な構成を示すブロック図である。第3図において、実PID制御部7は、実位置制御器と実速度制御器とから構成されている。

第4図は、上述模擬PID制御部7の詳細な構成を示すブロック図である。第4図において、模擬PID制御部8は、実PID制御部7と同一な構造を持ち、模擬位置制御器と模擬速度制御器とから構成されている。

第5図は、上述評価部10の詳細な構成を示すブロック図である。第5図において、評価部10は、上位制御器10aと最適化調整器10bとから構成されている。

第6図は、上述上位制御器10aの詳細な構成を示すブロック図である。第6図において、上位制御器10aは、模擬指令変換器10a1と、規範応答発生器10a2と、第3信号処理器10a3と、第1信号処理器10a4と、評価関数器10a5と、第2信号処理器10a6と、中央処理器10a7と、第2数値処理器10a8と、第1数値処理器10a9とから構成されている。

第7図は、上述規範指令変換器10a1の詳細な構成を示すブロック図である。第7図において、上述規範指令変換器10a1は、第4数値処理器10a1aと、模擬指令発生器10a1bと、模擬指令処理器10a1cとから構成されている。

第8図は、上述規範応答発生器10a2の詳細な構成を示すブロック図である。第9図において、上述規範応答発生器10a2は、剛体系を表す2つの積分器とそれを制御する規範位置制御器と規範速度制御器とから構成されている。

第9図は、上述中央処理器10a7の詳細な構成を示すフローチャートである。第1図0において、上述中央処理器10a7は、第3工程～第11工程と第1ループ制御器と第2ループ制御器とからなる調整工程と、第1工程と、第2工程とから構成されている。

次に、実施例1の動作を、第1図～第9図を参照しながら説明する。

まず、第2図に示す2慣性数値モデル9は前記機械システムの入出力特性の近似表現を行うためのものである。第2図に示す2慣性数値モデル9において、コネクタ4 CN1を介して入力された模擬トルク信号に対して、第2図に示す4つの積分器と2つの加算器と1つ係数器とによって、模擬位置信号と模擬速度信号とが求められ、それぞれコネクタ4 CN2と4 CN3から出力される。第2図に示す2慣性数値モデル9は電気回路またはデジタル計算で実現できるものである。

第3図に示す実PID制御部7は、通常使われているPID制御器である。第3図に示す実PID制御部7において、コネクタ5 CN1と5 CN2と5 CN3とを介して入力された実位置指令と実位置信号と実速度信号とに対して、実位置制御器と実速度制御器とにより実トルク信号が求められ、コネクタ5 CN4から出力される。ただし、コネクタ5 CN5を介して入力された実制御ゲインの更新によって、前記実位置制御器の実位置ゲインと前記実速度制御器の実速度ゲインと前記実速度制御器の実積分ゲインとが更新される。

第4図に示す模擬PID制御部8は、実PID制御部7と同一な構造を持つものである。第4図に示す模擬PID制御部8において、実PID制御部7のように、コネクタ3 CN1と3 CN2と3 CN3とを介して入力された第1模擬位置指令信号と模擬位置信号と模擬速度信号とに対して、模擬位置制御器と模擬速度制御器とにより模擬トルク信号が求められ、コネクタ3 CN4から出力される。ただし、コネクタ3 CN5を介して入力された模擬制御ゲインの更新によって、前記模擬位置制御器の模擬位置ゲインと前記模擬速度制御器の模擬速度ゲインと前記模擬速度制御器の模擬積分ゲインとが更新される。

第5図に示す評価部10において、コネクタ2 CN1と2 CN5とを介して入力された実位置指令と模擬位置信号とを上位制御器10aのコネクタ6 CN1と6 CN5とに入力され、上位制御器10aと最適化調整器10bとにより第1模擬位置指令信号が上位制御器10aのコネクタ6 CN3から得られコネクタ2 CN3から出力され、実位置ゲインと実速度ゲインと実積分ゲインが上位制御器10aのコネクタ6 CN2から得られコネクタ2 CN2から出力され、模擬位置ゲインと模擬速度ゲインと模擬積分ゲインとが上位制御器10aのコネクタ6 CN4から得

られコネクタ 2 CN 4 から出力される。最適化調整器 1 0 b は、従来技術で示した遺伝操作を有するものであり、7 CN 2 を介して入力された評価値配列とゲイン親群とにより遺伝子操作を行うことによってゲイン子群をコネクタ 7 CN 1 から出力するものである。

第 6 図に示す上位制御器 1 0 a において、コネクタ 6 CN 1 を介して入力された実位置指令が模擬指令変換器 10a1 のコネクタ 8 CN 1 に入力され、コネクタ 6 CN 5 を介して入力された模擬位置信号が第 2 信号処理器 10a 6 のコネクタ 1 3 CN 1 に入力され、コネクタ 6 CN 6 を介して入力されたゲイン子群が中央処理器 10a7 のコネクタ 1 9 CN 1 0 に入力され、模擬指令変換器 10a1 と規範応答発生器 10a2 と第 3 信号処理器 10a3 と第 1 信号処理器 10a 4 と評価関数器 10a5 と第 2 信号処理器 10a 6 と中央処理器 10a7 と第 2 数値処理器 10a8 と第 1 数値処理器 10a 9 とより、第 3 信号処理器 10a3 のコネクタ 1 0 CN 1 より得られた第 1 模擬位置指令信号が 6 CN 3 から出力され、中央処理器 10a7 のコネクタ 1 6 CN 9 より得られた評価値配列とゲイン親群とが 6 CN 7 から出力され、第 1 数値処理器 10a 9 のコネクタ 1 4 CN 2 より得られた実位置ゲインと実速度ゲインと実積分ゲインとが 6 CN 2 から出力され、第 2 数値処理器 10a 8 のコネクタ 1 5 CN 2 より得られた模擬位置ゲインと模擬速度ゲインと模擬積分ゲインとが 6 CN 4 から出力される。

第 1 数値処理器 10a 9 は、コネクタ 1 4 CN 1 を介して入力された新しい実ゲイン配列を実位置ゲインと実速度ゲインと実積分ゲインとに分離させ、コネクタ 1 4 CN 2 から出力させ、実 P I D 制御部 7 の実位置ゲインと実速度ゲインと実積分ゲインとを更新させる手段を有するものである。

第 2 数値処理器 10a 8 は、コネクタ 1 5 CN 1 を介して入力された新しい模擬ゲイン配列を模擬位置ゲインと模擬速度ゲインと模擬積分ゲインとに分離させ、コネクタ 1 5 CN 2 から出力させ、模擬 P I D 制御部 8 の模擬位置ゲインと模擬速度ゲインと模擬積分ゲインとを更新させる手段を有するものである。

第 1 信号処理器 10a 4 は、まず、コネクタ 1 1 CN 4 とを介して入力された第 2 サイズ配列の第 1 要素によって決められたで時間間隔（サンプル時間）で、コネクタ 1 1 CN 2 とコネクタ 1 1 CN 5 とを介して入力された規範指令信号と規

範応答信号とを前記第2サイズ配列の第2要素によって決められたで回数まで数値化し、それぞれ、第1信号処理器10a4のメモリの第1保存空間と第2保存空間とに保存する。次に、前記第2サイズ配列の第3要素の状況によって前記メモリの第1保存空間の内容をコネクタ11CN1から出力させ、前記第2サイズ配列の第4要素によって前記メモリの第2保存空間の内容をコネクタ11CN3から出力させる。

第2信号処理器10a6は、まず、コネクタ13CN3を介して入力された第3サイズ配列の第1要素によって決められたで時間間隔（サンプル時間）で、コネクタ13CN1を介して入力された模擬信号を前記第3サイズ配列の第2要素によって決められたで回数まで数値化し、第2信号処理器10a6のメモリに保存する。次に、前記第2サイズ配列の第3要素の状況によって前記メモリの内容をコネクタ13CN2から出力させる。

第3信号処理器10a3は、まず、コネクタ10CN2を介して入力された第1サイズ配列の第1要素によって決められたで時間間隔（サンプル時間）で、前記第3サイズ配列の第2要素によって決められたで回数まで、前記第3サイズ配列の第3要素の状況によって、コネクタ10CN3を介して入力された数値配列を一定の順位で信号化し、コネクタ10CN1から出力させる。

評価関数器10a5は、第2信号処理器10a6のメモリの内容がコネクタ12CN2を介して入力された次第、コネクタ12CN1とコネクタ12CN2とを介して入力された2つの配列に対して、二乗誤差計算を行い、評価値を求め、コネクタ12CN3から出力させる。

第7図に示す規範指令変換器10a1において、コネクタ8CN1を介して入力された実位置指令を模擬指令処理器10alcのコネクタ19CN2に入力させ、コネクタ8CN2を介して入力された模擬位置指令配列を第4数値処理器10alaのコネクタ17CN1に入力させ、模擬指令処理器10alcによって求められた第2模擬位置指令信号をコネクタ8CN3から出力させる。

第4数値処理器10alaは、コネクタ17CN1を介して入力された模擬位置指令配列の第1要素をコネクタ17CN3から出力させ、模擬位置指令配列の第2

要素と第3要素とをコネクタ17CN2から出力させる。

模擬指令処理器10a1cは、コネクタ19CN2を介して入力された模擬位置指令配列の第1要素の状況によって、コネクタ19CN2を介して入力された実位置指令とコネクタ19CN4を介して入力された第3模擬位置指令信号との1つ信号を選択し、コネクタ19CN3から出力させる。

模擬位置指令発生器10a1bは、コネクタ18CN1を介して入力された模擬位置指令配列の第2要素によって決められたで時間間隔（サンプル時間）で、コネクタ18CN1を介して入力された模擬位置指令配列の第3要素を一定の順位で信号化し、コネクタ18CN2から出力させる。

第8図に示す規範応答発生器10a2aは、コネクタ9CN1を介して入力された第2模擬位置指令信号を制御ゲイン調整用規範応答発生器10a2aのコネクタ22CN2に入力させ、コネクタ9CN3を介して入力された規範ゲインを制御ゲイン調整用規範応答発生器10a2aのコネクタ22CN1に入力させ、制御ゲイン調整用規範応答発生器10a2aのコネクタ22CN4から求められた規範応答信号をコネクタ9CN4から出力させ、制御ゲイン調整用規範応答発生器10a2aのコネクタ22CN3から求められた規範位置指令信号をコネクタ9CN2から出力させる。

制御ゲイン調整用規範応答発生器10a2aは、まず、コネクタ22CN1を介して入力された規範ゲイン各係数に基づいて第9図に示す各係数器の係数を調整する

。次に、コネクタ22CN2を介して入力された第2模擬位置指令信号に対して、第9図に示す各計算動作を行い、求められた規範応答信号をコネクタ22CN4から出力させる。

第9図に示す中央処理器10a7において、第1工程と、第2工程と、調整工程とを第10図に示す手順で行う。

第1工程は、模擬位置指令配列と、規範ゲインと、第1サイズ配列と、第2サイズ配列と、第3サイズ配列と、ゲイン子群の子の数と、ゲイン親群の親の数と、世代数とを設定する。ただし、ゲイン親群の親ゲインは、位置ゲインと速度ゲイ

ンと積分ゲインとを含むゲイン配列となるように設定されたものである。

第2工程は、ゲイン親群をランダムで初期化し、ゲイン親群をコード化する。

調整工程は第3工程～第11工程と第1ループ制御器と第2ループ制御器とを第10図に示す手順で行う。

第3工程は、コネクタ16CN8を介して模擬指令変換器10a1のコネクタ8CN2に模擬位置指令配列を書き込む。それによって、模擬指令変換器10a1のコネクタ8CN3から第2模擬指令信号が得られる。

第4工程は、コネクタ16CN7を介して規範応答発生器10a2のコネクタ9CN3に規範ゲインを書き込む。それによって、規範応答発生器10a2のコネクタ9CN2から規範指令信号が得られ、規範応答発生器10a2のコネクタ9CN4から規範応答信号が得られる。

第5工程は、コネクタ16CN1を介して第1信号処理器10a4のコネクタ11CN4に第2サイズ配列を書き込む。それによって、第1信号処理器10a4のコネクタ11CN1から規範指令配列が得られ、第1信号処理器10a4のコネクタ11CN3から規範応答が得られる。

第6工程は、コネクタ16CN1を介して、ゲイン親群の1つの親である模擬ゲイン配列をを一定の順位で第2数値処理器10a8のコネクタ15CN1に書き込む。それによって、第2数値処理器10a8のコネクタ15CN2を介して模擬PID制御部8の各ゲインの更新を行う。

第7工程は、コネクタ16CN6を介して、第3信号処理器10a3のコネクタ10CN2に、第1サイズ配列を書き込み、コネクタ16CN3を介して、第2信号処理器10a6のコネクタ13CN3に、第3サイズ配列を書き込む。それによって、第2信号処理器10a6のコネクタ13CN2から模擬応答配列が得られる。

第8工程は、コネクタ16CN2を介して、評価関数器10a5のコネクタ12CN3から、評価値を読み込む。それによって、第6工程で選択した親である模擬ゲイン配列に対応する評価値が得られる。

第9工程は、コネクタ16CN9を介して、最適調整器10bのコネクタ7CN

2に、ゲイン親群と評価値配列と読み込む。それによって、最適調整器10bのコネクター7CN1から、ゲイン子群を得られる。

第10工程は、コネクター16CN10を介して、最適調整器10bのコネクター7CN1から、ゲイン子群を読み込み、ゲイン親群の内容を更新する。

第11工程は、コネクター16CN5を介して、第1数値処理器10a9のコネクター14CN1に、ゲイン親群の最適親である最適ゲインを実ゲイン配列として書き込み、次の操作に入る。それによって、実PID制御部の各ゲインが更新される。

第2ループ制御器は、第1工程で決められたゲイン親群の親の数回までに、上記第6工程～第8工程を繰り返し、ゲイン親群の各親の評価値を計算し、評価値配列を更新する。終わり次第、第10工程に入る。

第1ループ制御器は、第1工程で決められた世代数回までに、第2ループ制御器に入る。終わり次第、第11工程に入る。

以下、本発明の実施例2を、第10図～第13図を参照しながら説明する。

第10図は、本発明の実施例2の全体を示すブロック図である。第10図において、本発明の実施例1は、機械システム12と、観測器4Aと、位置指令発生器6と、実PID制御部7Aと、模擬PID制御器8Aと、2慣性数値モデル9Aと、評価部10とから構成されている。負荷機械1と伝達機構2と駆動装置3と観測器4Aと動力変換回路5と位置指令発生器6は従来装置のものと同一である。

第11図は、上述2慣性数値モデル9Aの詳細な構成を示すブロック図である。第11図において、2慣性数値モデル9Aは、2つの慣性系と1つのばね系とから構成されている。

第12図は、上述実PID制御部7Aの詳細な構成を示すブロック図である。第12図において、実PID制御部7Aは、実位置制御器と実速度制御器と実速度推定器とから構成されている。

第13図は、上述模擬PID制御部8Aの詳細な構成を示すブロック図である。第13図において、模擬PID制御部8Aは、実PID制御部7と同一な構造を持ち、模擬位置制御器と模擬速度制御器と模擬速度推定器とから構成されている。

位置指令発生器6と評価部10とは、実施例1に説明したものであり、ここでは、位置指令発生器6と評価部10についての説明を省略する。

次に、実施例2の動作を、第10図～第13図を参照しながら説明する。

まず、第11図に示す2慣性数値モデル9Aは前記機械システム12の入出力特性の近似表現を行うためのものである。第11図に示すように2慣性数値モデル9Aにおいて、コネクタ24CN1を介して入力された模擬トルク信号に対して、第11図に示す4つの積分器と2つの加算器と1つ係数器とによって、模擬位置信号が求められ、コネクタ24CN3から出力される。

第12図に示す実PID制御部7Aは、通常使われているPID制御器である。第12図に示す実PID制御部7Aにおいて、コネクタ25CN1とコネクタ25CN3とを介して入力された実位置指令と実位置信号に対して、実位置制御器と実速度制御器と実速度推定器とにより実トルク信号が求められ、コネクタ25CN4から出力される。ただし、コネクタ25CN5を介して入力された実制御ゲインの更新によって、前記実位置制御器の実位置ゲインと前記実速度制御器の実速度ゲインと前記実速度制御器の実積分ゲインとが更新される。

第13図に示す模擬PID制御部8Aは、実PID制御部7Aと同一な構造を持つものである。第13図に示す模擬PID制御部8Aにおいて、実PID制御部7Aのように、コネクタ23CN1と23CN2とを介して入力された第1模擬位置指令信号と模擬位置信号とに対して、模擬位置制御器と模擬速度制御器と模擬速度推定器とにより模擬トルク信号が求められ、コネクタ23CN4から出力される。ただし、コネクタ23CN5を介して入力された模擬制御ゲインの更新によって、前記模擬位置制御器の模擬位置ゲインと前記模擬速度制御器の模擬速度ゲインと前記模擬速度制御器の模擬積分ゲインとが更新される。

以下、本発明の実施例3を、第14図～第21図を参照しながら説明する。第16図は、本発明の実施例3の全体を示すブロック図である。第16図において、本発明の実施例3は、機械システム12と、観測器4Bと、速度指令発生器6Aと、実PI制御部7Bと、模擬PI制御器8Bと、2慣性数値モデル9Bと、評価部10Aとから構成されている。機械システム12と速度指令発生器6Aは従来装置のも

のと同じである。

第22図は、上述2慣性数値モデル9Bの詳細な構成を示すブロック図である。第22図において、2慣性数値モデル9Bは、2つの慣性系と1つのばね系とから構成されている。

第14図は、上述実PI制御部7Bの詳細な構成を示すブロック図である。第14図において、実PI制御部7は、実速度制御器から構成されている。

第15図は、上述模擬PI制御部7Bの詳細な構成を示すブロック図である。第15図において、模擬PI制御部8Bは、実PI制御部7Bと同一な構造を持ち、模擬速度制御器から構成されている。

第17図は、上述評価部10Aの詳細な構成を示すブロック図である。第17図において、評価部10Aは、上位制御器10aと最適化調整器10bとから構成されている。

第18図は、上述上位制御器10aの詳細な構成を示すブロック図である。第18図において、上位制御器10aは、模擬指令変換器10a1と、規範応答発生器10a2と、第3信号処理器10a3と、第1信号処理器10a4と、評価関数器10a5と、第2信号処理器10a6と、中央処理器10a7と、第2数値処理器10a8と、第1数値処理器10a9とから構成されている。

第20図は、上述規範応答発生器10a2の詳細な構成を示すブロック図である。第20図において、上述規範応答発生器10a2は、剛体系を表す2つの積分器とそれを制御する規範速度制御器とから構成されている。

第19図は、上述中央処理器10a7の詳細な構成を示すフローチャートである。第19図において、上述中央処理器10a7は、調整工程10a7aと、第1A工程と、第2A工程とから構成されている。

最適化調整器10bと、模擬指令変換器10a1と、第3信号処理器10a3と、第1信号処理器10a4と、評価関数器10a5と、第2信号処理器10a6とは、実施例1に説明したものであり、ここでは、それらについての説明を省略する。

次に、実施例3の動作を、第14図～第21図を参照しながら説明する。

まず、第21図に示す2慣性数値モデル9Bは前記機械システムの入出力特性の

近似表現を行うためのものである。第21図に示す2慣性数値モデル9Bにおいて、コネクタ37CN1を介して入力された模擬トルク信号に対して、第21図に示す4つの積分器と2つの加算器と1つ係数器とによって、模擬速度信号が求められ、コネクタ37CN2から出力される。

第14図に示す実PI制御部7Bは、通常使われているPI制御器である。第14図に示す実PI制御部7において、コネクタ30CN1と30CN2とを介して入力された実速度指令と実速度信号とに対して、実速度制御器とにより実トルク信号が求められ、コネクタ30CN4から出力される。ただし、コネクタ30CN5を介して入力された実制御ゲインの更新によって、前記実速度制御器の実速度ゲインと前記実速度制御器の実積分ゲインとが更新される。

第15図に示す模擬PI制御部8Bは、実PI制御部7Bと同一な構造を持つものである。第15図に示す模擬PI制御部8Bにおいて、実PI制御部7Bのように、コネクタ28CN1と28CN2とを介して入力された第1模擬速度指令信号と模擬速度信号とに対して、模擬速度制御器により模擬トルク信号が求められ、コネクタ28CN4から出力される。ただし、コネクタ28CN5を介して入力された模擬制御ゲインの更新によって、前記模擬速度制御器の模擬速度ゲインと前記模擬速度制御器の模擬積分ゲインとが更新される。

第17図に示す評価部10において、コネクタ2CN1と2CN5とを介して入力された実速度指令と模擬速度信号とを上位制御器10aAのコネクタ31CN1と31CN5とに入力され、上位制御器10aAと最適化調整器10bとにより第1模擬速度指令信号が上位制御器10aAのコネクタ31CN3から得られコネクタ27CN3から出力され、実速度ゲインと実積分ゲインとが上位制御器10aAのコネクタ31CN2から得られコネクタ27CN2から出力され、模擬速度ゲインと模擬積分ゲインとが上位制御器10aAのコネクタ31CN4から得られコネクタ27CN4から出力される。

第18図に示す上位制御器10aAにおいて、コネクタ31CN1を介して入力された実速度指令が模擬指令変換器10a1のコネクタ8CN1に入力され、コネクタ31CN5を介して入力された模擬速度信号が第2信号処理器10a6のコネク

ター 1 3 CN1 に入力され、コネクタ-31CN6 を介して入力されたゲイン子群が中央処理器10a7Aのコネクタ-33CN 1 0に入力され、模擬指令変換器10a1と規範応答発生器10a2Aと第3信号処理器10a3と第1信号処理器10a4と評価関数器10a5と第2信号処理器10a6と中央処理器10a7と第2数値処理器10a8と第1数値処理器10a9とより、第3信号処理器10a3のコネクタ-10CN1より得られた第1模擬速度指令信号が31CN3から出力され、中央処理器10a7Aのコネクタ-33CN9より得られた評価値配列とゲイン親群とが31CN7から出力され、第1数値処理器10a9Aのコネクタ-34CN2より得られた実速度ゲインと実積分ゲインとが31CN2から出力され、第2数値処理器10a8Aのコネクタ-35CN2より得られた模擬速度ゲインと模擬積分ゲインとが31CN4から出力される。

第1数値処理器10a9Aは、コネクタ-34CN1を介して入力された新しい実ゲイン配列を実速度ゲインと実積分ゲインとに分離させ、コネクタ-34CN2から出力させ、実PI制御部7Bの実速度ゲインと実積分ゲインとを更新させる手段を有するものである。

第2数値処理器10a8Aは、コネクタ-35CN1を介して入力された新しい模擬ゲイン配列を模擬速度ゲインと模擬積分ゲインとに分離させ、コネクタ-35CN2から出力させ、模擬PI制御部8Bの模擬速度ゲインと模擬積分ゲインとを更新させる手段を有するものである。

第20図に示す調整用規範応答発生器10a2Aは、コネクタ-32CN1を介して入力された第2模擬速度指令信号を制御ゲイン調整用規範応答発生器10a2aAのコネクタ-36CN2に入力させ、コネクタ-32CN3を介して入力された規範ゲインを制御ゲイン調整用規範応答発生器10a2aAのコネクタ-36CN1に入力させ、制御ゲイン調整用規範応答発生器10a2aAのコネクタ-36CN4から求められた規範応答信号をコネクタ-32CN4から出力させ、制御ゲイン調整用規範応答発生器10a2aAのコネクタ-36CN3から求められた規範速度指令信号をコネクタ-32CN2から出力させる。

制御ゲイン調整用規範応答発生器10a2aAは、まず、コネクタ-36CN1を介して入力された規範ゲイン各係数に基づいて第20図に示す各係数器の係数を調整す

る。次に、コネクタ36CN2を介して入力された第2模擬速度指令信号に対して、第20図に示す各計算動作を行い、求められた規範応答信号をコネクタ36CN4から出力させる。

第19図に示す中央処理器10a7Aにおいて、第1A工程と、第2A工程と、調整工程10a7aとを第19図に示す手順で行う。

第1A工程は、模擬速度指令配列と、規範ゲインと、第1サイズ配列と、第2サイズ配列と、第3サイズ配列と、ゲイン子群の子の数と、ゲイン親群の親の数と、世代数とを設定する。ただし、ゲイン親群の親ゲインは、速度ゲインと積分ゲインとを含むゲイン配列となるように設定されたものである。

第2A工程は、ゲイン親群をランダムで初期化し、ゲイン親群をコード化する。調整工程10a7aについては実施例1で説明したので、ここでは省略する。

以下、本発明の実施例4を、第22図～第27図を参照しながら説明する。22は、本発明の実施例4の全体を示すブロック図である。第22図において、本発明の実施例4は、機械システム12と、観測器4と、位置指令発生器6と、実PID制御部7と、模擬PID制御器8と、2慣性数値モデル9と、評価部10Bと、実補償部13と、模擬補償部14と、加算器15と、加算器16とから構成されている。機械システム12と観測器4と位置指令発生器6は従来装置のものと同一である。

実PID制御部7と、模擬PID制御器8と、2慣性数値モデル9とは、前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

第23図は、実補償器13の詳細な構成を示すブロック図である。第23図において、実補償器13は、1つの2次微分器と1つの係数とから構成されている。

第25図は、模擬補償器14の詳細な構成を示すブロック図である。第25図において、模擬補償器14は、1つの2次微分器と1つの係数とから構成されている。

第24図は、上述評価部10Bの詳細な構成を示すブロック図である。第24図において、評価部10Bは、上位制御器10aBと最適化調整器10bとから構成されている。最適化調整器10bは、前述したものであり、以下、その説明

を省略する。

第 2 7 図は、上述上位制御器 1 0 aBの詳細な構成を示すブロック図である。第 2 7 図において、上位制御器 1 0 aBは、模擬指令変換器10a1と、規範応答発生器 10a2と、第3信号処理器10a3と、第 1 信号処理器10a 4 と、評価関数器10a5と、第 2 信号処理器10a 6 と、中央処理器10a7Bと、第2数値処理器10a8Bと、第 1 数値処理器10a 9 Bとから構成されている。模擬指令変換器10a1と、規範応答発生器 10a2 と、第3信号処理器10a3と、第 1 信号処理器10a 4 と、評価関数器10a5と、第 2 信号処理器10a 6 とは、前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

第 2 6 図は、上述中央処理器10a7Bの詳細な構成を示すフローチャートである。第 2 6 図において、上述中央処理器10a7Bは、調整工程10a7aと、第1B工程と、第 2B工程とから構成されている。調整工程10a7aは、前述したものであり、以下、その説明を省略する。

次に、実施例 4 の動作を、第 2 2 図～第 2 7 図を参照しながら説明する。

第 2 4 図に示す評価部 1 0 Bにおいて、コネクタ 3 8 CN1と 3 8 CN5 とを介して入力された実位置指令と模擬位置信号とを上位制御器 1 0 aBのコネクタ 41CN1と41CN5 とに入力され、上位制御器 1 0 aBと最適化調整器 1 0 b とにより第1模擬位置指令信号が上位制御器 1 0 aBのコネクタ41CN3 から得られコネクタ38CN3 から出力され、実位置ゲインと実速度ゲインと実積分ゲインが上位制御器 1 0 aBのコネクタ41CN2 から得られコネクタ38CN2 から出力され、模擬位置ゲインと模擬速度ゲインと模擬積分ゲインとが上位制御器 1 0 a のコネクタ41CN4 から得られコネクタ38CN4 から出力される。

第 2 7 図に示す上位制御器 1 0 aBにおいて、コネクタ41CN1を介して入力された実位置指令が模擬指令変換器10a1のコネクタ 8 CN 1 に入力され、コネクタ41CN5 を介して入力された模擬位置信号が第2信号処理器10a6 のコネクタ 1 3 CN 1 に入力され、コネクタ41CN6 を介して入力されたゲイン子群が中央処理器10a7Bのコネクタ42CN 1 0 に入力され、模擬指令変換器10a1と規範応答発生器10a2と第3信号処理器10a3と第 1 信号処理器10a 4 と評価関数器10a5と第 2 信号処理器10a 6 と中央処理器10a7Bと第2数値処理器10a8Bと第 1 数値処理器10a 9 B

とより、第3信号処理器10a3のコネクター10CN1より得られた第1模擬位置指令信号が41CN3から出力され、中央処理器10a7Bのコネクター42CN9より得られた評価値配列とゲイン親群とが41CN7から出力され、第1数値処理器10a9Bのコネクター43CN2より得られた実位置ゲインと実速度ゲインと実積分ゲインと実補償ゲインとが41CN2から出力され、第2数値処理器10a8Bのコネクター44CN2より得られた模擬位置ゲインと模擬速度ゲインと模擬積分ゲインと模擬補償ゲインとが41CN4から出力される。

第1数値処理器10a9Bは、コネクター43CN1を介して入力された新しい実ゲイン配列を実位置ゲインと実速度ゲインと実積分ゲインと実補償ゲインとに分離させ、コネクター43CN2から出力させ、実PID制御部7の実位置ゲインと実速度ゲインと実積分ゲインと実補償器の実補償ゲインとを更新させる手段を有するものである。

2数値処理器10a8Bは、コネクター44CN1を介して入力された新しい模擬ゲイン配列を模擬位置ゲインと模擬速度ゲインと模擬積分ゲインと模擬補償ゲインとに分離させ、コネクター15CN2から出力させ、模擬PID制御部8の模擬位置ゲインと模擬速度ゲインと模擬積分ゲインと模擬補償器の模擬補償ゲインとを更新させる手段を有するものである。

第26図に示す中央処理器10a7Bにおいて、第1B工程と、第2B工程と、調整工程10a7aとを第26図に示す手順で行う。

第1B工程は、模擬位置指令配列と、規範ゲインと、第1サイズ配列と、第2サイズ配列と、第3サイズ配列と、ゲイン子群の子の数と、ゲイン親群の親の数と、世代数とを設定する。ただし、ゲイン親群の親ゲインは、位置ゲインと速度ゲインと積分ゲインと補償ゲインとを含むゲイン配列となるように設定されたものである。

第2工程は、ゲイン親群をランダムで初期化し、ゲイン親群をコード化する。

第23図に示す実補償器13において、コネクター39CN1を介して入力された実位置指令に対して、2次微分器と係数器により第2実トルク信号が求められ、コネクター39CN2から出力される。ただし、コネクター39CN3を介して入力

された実補償ゲインの更新によって、前記係数器の係数が更新される。

第25図に示す模擬補償器14において、コネクタ40CN1を介して入力された模擬位置指令に対して、2次微分器と係数器により第2模擬トルク信号が求められ、コネクタ40CN2から出力される。ただし、コネクタ40CN3を介して入力された模擬補償ゲインの更新によって、前記係数器の係数が更新される。

第22図に示す加算器15は、加算器15の入力側から入力された第1実トルク信号と第2実トルク信号とに対して、加算を行い、実トルク信号を出力する。

第22図に示す加算器16は、加算器16の入力側から入力された第1模擬トルク信号と第2模擬トルク信号とに対して、加算を行い、模擬トルク信号を出力する。

以下、本発明の実施例5を、第28図を参照しながら説明する。第28図は、本発明の実施例5の全体を示すブロック図である。第28図において、本発明の実施例5は、機械システム12と、観測器4Aと、位置指令発生器6と、実PID制御部7Aと、模擬PID制御器8Aと、2慣性数値モデル9Aと、評価部10と、実補償器13と、模擬補償器14と、加算器15と、加算器16とから構成されている。負荷機械1と伝達機構2と駆動装置3と観測器4Aと動力変換回路5と位置指令発生器6は従来装置のものと同一である。

実PID制御部7Aと、模擬PID制御器8Aと、2慣性数値モデル9Aと、評価部10と実補償器13と模擬補償器14と、加算器15と、加算器16とは、前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

以下、本発明の実施例6を、第29図～第34図を参照しながら説明する。第29図は、本発明の実施例6の全体を示すブロック図である。第29図において、本発明の実施例6は、機械システム12と、観測器4Bと、速度指令発生器6Aと、実PI制御部7Bと、模擬PI制御器8Bと、2慣性数値モデル9Bと、評価部10Cと、実補償器13Aと、模擬補償器14Aと、加算器15と、加算器16とから構成されている。機械システム12と速度指令発生器6Aは従来装置のものと同一である。

実PI制御部7Bと、模擬PI制御器8Bと、2慣性数値モデル9Bと、加算器1

5と、加算器16とは、前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

第32図は、上述評価部10Cの詳細な構成を示すブロック図である。第32図において、評価部10Cは、上位制御器10aCと最適化調整器10bとから構成されている。

第34図は、上述上位制御器10aCの詳細な構成を示すブロック図である。第34図において、上位制御器10aCは、模擬指令変換器10a1と、規範応答発生器10a2Aと、第3信号処理器10a3と、第1信号処理器10a4と、評価関数器10a5と、第2信号処理器10a6と、中央処理器10a7Cと、第2数値処理器10a8Cと、第1数値処理器10a9Cとから構成されている。

第33図は、上述中央処理器10a7Cの詳細な構成を示すフローチャートである。第33図において、上述中央処理器10a7Cは、調整工程10a7aと、第1C工程と、第2C工程とから構成されている。

最適化調整器10bと、模擬指令変換器10a1と、規範応答発生器10a2Aと、第3信号処理器10a3と、第1信号処理器10a4と、評価関数器10a5と、第2信号処理器10a6と前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

第30図は、実補償器13Aの詳細な構成を示すブロック図である。第30図において、実補償器13Aは、1つの微分器と1つの係数とから構成されている。

第32図は、模擬補償器14Aの詳細な構成を示すブロック図である。第32図において、実補償器14Aは、1つの微分器と1つの係数とから構成されている。

次に、実施例6の動作を、第29図～第35図を参照しながら説明する。まず、第31図に示す評価部10Cにおいて、コネクタ45CN1と45CN5とを介して入力された実速度指令と模擬速度信号とを上位制御器10aCのコネクタ48CN1と48CN5とに入力され、上位制御器10aCと最適化調整器10bとにより第1模擬速度指令信号が上位制御器10aCのコネクタ48CN3から得られコネクタ45CN3から出力され、実速度ゲインと実積分ゲインとが上位制御器10aCのコネクタ48CN2から得られコネクタ45CN2から出力され、模擬速度ゲインと模擬積分ゲインとが上位制御器10aCのコネクタ48CN4から得られコネクタ45CN4

から出力される。

第34図に示す上位制御器10aCにおいて、コネクタ48CN1を介して入力された実速度指令が模擬指令変換器10a1のコネクタ8CN1に入力され、コネクタ48CN5を介して入力された模擬速度信号が第2信号処理器10a6のコネクタ13CN1に入力され、コネクタ48CN6を介して入力されたゲイン子群が中央処理器10a7Cのコネクタ49CN10に入力され、模擬指令変換器10a1と規範応答発生器10a2Aと第3信号処理器10a3と第1信号処理器10a4と評価関数器10a5と第2信号処理器10a6と中央処理器10a7と第2数値処理器10a8Cと第1数値処理器10a9Cとより、第3信号処理器10a3のコネクタ10CN1より得られた第1模擬速度指令信号が48CN3から出力され、中央処理器10a7Cのコネクタ49CN9より得られた評価値配列とゲイン親群とが48CN7から出力され、第1数値処理器10a9Cのコネクタ50CN2より得られた実速度ゲインと実積分ゲインとが48CN2から出力され、第2数値処理器10a8Cのコネクタ50CN2より得られた模擬速度ゲインと模擬積分ゲインとが48CN4から出力される。

第1数値処理器10a9Cは、コネクタ50CN1を介して入力された新しい実ゲイン配列を実速度ゲインと実積分ゲインと実補償ゲインとに分離させ、コネクタ50CN2から出力させ、実PI制御部7Bの実速度ゲインと実積分ゲインと実補償器13Aの実補償ゲインとを更新させる手段を有するものである。

第2数値処理器10a8Cは、コネクタ51CN1を介して入力された新しい模擬ゲイン配列を模擬速度ゲインと模擬積分ゲインと模擬補償ゲインとに分離させ、コネクタ51CN2から出力させ、模擬PI制御部8Bの模擬速度ゲインと模擬積分ゲインと模擬補償器14Aの模擬補償ゲインとを更新させる手段を有するものである。

第33図に示す中央処理器10a7Cにおいて、第1C工程と、第2C工程と、調整工程10a7aとを第33図に示す手順で行う。

第1A工程は、模擬速度指令配列と、規範ゲインと、第1サイズ配列と、第2サイズ配列と、第3サイズ配列と、ゲイン子群の子の数と、ゲイン親群の親の数と、世代数とを設定する。ただし、ゲイン親群の親ゲインは、速度ゲインと積分ゲイン

ンと補償ゲインとを含むゲイン配列となるように設定されたものである。

第2A工程は、ゲイン親群をランダムで初期化し、ゲイン親群をコード化する。

調整工程10a7aについては実施例1で説明したので、ここでは省略する。

第30図に示す実補償器13Aにおいて、コネクタ47CN1を介して入力された実速度指令に対して、微分器と係数器により第2実トルク信号が求められ、コネクタ47CN2から出力される。ただし、コネクタ47CN3を介して入力された実補償ゲインの更新によって、前記係数器の係数が更新される。

第32図に示す模擬補償器14Aにおいて、コネクタ46CN1を介して入力された模擬位置指令に対して、微分器と係数器により第2模擬トルク信号が求められ、コネクタ46CN2から出力される。ただし、コネクタ46CN3を介して入力された模擬補償ゲインの更新によって、前記係数器の係数が更新される。

以下、本発明の実施例7を、第35図～第47図を参照しながら説明する。第35図は、本発明の実施例7の全体を示すブロック図である。第35図において、本発明の実施例7は、機械システム12と、観測器4と、位置指令発生器6と、実PID制御部7と、模擬PID制御器8と、2慣性数値モデル9Cと、評価部10Dと、実補償部13Bと、模擬補償部14Bと、加算器15と、加算器16とから構成されている。機械システム12と観測器4と位置指令発生器6は従来装置のものと同一である。

実PID制御部7と、模擬PID制御器8と、加算器15と、加算器16は、前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

第40図は、実補償器13Bの詳細な構成を示すブロック図である。第40図において、実補償器13Bは、第1実補償器13cBと、第2実補償器13dBと、実スイッチ13aBとから構成されている。

第41図は、第1実補償器13bBの詳細な構成を示すブロック図である。第41図において、実補償器13bBは、1つの2次微分器と、1つの係数器とから構成されている。

第42図は、第2実補償器13cBの詳細な構成を示すブロック図である。第42図において、実補償器13cBは、1つの2次微分器と、2つの係数器と、

1つ加算器とから構成されている。

第43図は、第2実補償器13dBの詳細な構成を示すブロック図である。第43図において、実補償器13dBは、1つの2次微分器と、1つの微分器と、3つの係数器と、1つ加算器とから構成されている。

第36図は、模擬補償器14Bの詳細な構成を示すブロック図である。第36図において、模擬補償器14Bは、第1模擬補償器14cBと、第2模擬補償器14dBと、模擬スイッチ14aBとから構成されている。

第37図は、第1模擬補償器14bBの詳細な構成を示すブロック図である。第37図において、模擬補償器14bBは、1つの2次微分器と、1つの係数器とから構成されている。

第38図は、第2模擬補償器14cBの詳細な構成を示すブロック図である。第38図において、模擬補償器14cBは、1つの2次微分器と、2つの係数器と、1つ加算器とから構成されている。

第39図は、第2模擬補償器14dBの詳細な構成を示すブロック図である。第39図において、模擬補償器14dBは、1つの2次微分器と、1つの微分器と、3つの係数器と、1つ加算器とから構成されている。

第44図は、2慣性数値モデル9Cの詳細な構成を示すブロック図である。第44図において、2慣性数値モデル9Cは、4つ積分器と2つの係数器と2つの減算器と1つの加算器とから構成されている。

第45図は、上述評価部10Dの詳細な構成を示すブロック図である。第45図において、評価部10Dは、上位制御器10aDと最適化調整器10bとから構成されている。最適化調整器10bは、前述したものであり、以下、その説明を省略する。

第47図は、上述上位制御器10aDの詳細な構成を示すブロック図である。第47図において、上位制御器10aDは、模擬指令変換器10a1と、規範応答発生器10a2と、第3信号処理器10a3と、第1信号処理器10a4と、評価関数器10a5と、第2信号処理器10a6と、中央処理器10a7Dと、第2数値処理器10a8Dと、第1数値処理器10a9Dとから構成されている。模擬指令変換器10a1と、規範応答発生器10a2

と、第3信号処理器10a3と、第1信号処理器10a4と、評価関数器10a5と、第2信号処理器10a6とは、前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

第46図は、上述中央処理器10a7Dの詳細な構成を示すフローチャートである。第46図において、上述中央処理器10a7Dは、調整工程10a7aと、第1D工程と、第2D工程とから構成されている。調整工程10a7aは、前述したものであり、以下、その説明を省略する。

次に、実施例7の動作を、第35図～第47図を参照しながら説明する。まず、第44図に示す2慣性数値モデル9Cは前記機械システムの入出力特性の近似表現を行うためのものである。第44図に示す2慣性数値モデル9Cにおいて、コネクタ55CN1を介して入力された模擬トルク信号に対して、第44図に示す4つの積分器と3つの加算器と2つ係数器とによって、模擬位置信号と模擬速度信号とが求められ、それぞれ、コネクタ55CN2とコネクタ55CN3から出力される。

第45図に示す評価部10Dにおいて、コネクタ52CN1と52CN5とを介して入力された実位置指令と模擬位置信号とを上位制御器10aDのコネクタ62CN1と62CN5とに入力され、上位制御器10aDと最適化調整器10bとにより第1模擬位置指令信号が上位制御器10aDのコネクタ62CN3から得られコネクタ52CN3から出力され、実位置ゲインと実速度ゲインと実積分ゲインと実補償ゲインとが上位制御器10aDのコネクタ62CN2から得られコネクタ52CN2から出力され、模擬位置ゲインと模擬速度ゲインと模擬積分ゲインと模擬補償ゲインとが上位制御器10aDのコネクタ62CN4から得られコネクタ52CN4から出力される。

第47図に示す上位制御器10aDにおいて、コネクタ62CN1を介して入力された実位置指令が模擬指令変換器10a1のコネクタ8CN1に入力され、コネクタ62CN5を介して入力された模擬位置信号が第2信号処理器10a6のコネクタ13CN1に入力され、コネクタ62CN6を介して入力されたゲイン子群が中央処理器10a7Dのコネクタ63CN10に入力され、模擬指令変換器10a1と規範応答発生器10a2と第3信号処理器10a3と第1信号処理器10a4と評価関数器10a5と第2信号処理器10a6と中央処理器10a7Dと第2数値処理器10a8Dと第1数値処理器10a9D

とより、第3信号処理器10a3のコネクタ10CN1より得られた第1模擬位置指令信号が62CN3から出力され、中央処理器10a7Dのコネクタ63CN9より得られた評価値配列とゲイン親群とが62CN7から出力され、第1数値処理器10a9Dのコネクタ64CN2より得られた実位置ゲインと実速度ゲインと実積分ゲインと実補償ゲインとが62CN2から出力され、第2数値処理器10a8Dのコネクタ65CN2より得られた模擬位置ゲインと模擬速度ゲインと模擬積分ゲインと模擬補償ゲインとが62CN4から出力される。

第1数値処理器10a9Dは、コネクタ64CN1を介して入力された新しい実ゲイン配列を実位置ゲインと実速度ゲインと実積分ゲインと実補償ゲインとに分離させ、コネクタ64CN2から出力させ、実PID制御部7の実位置ゲインと実速度ゲインと実積分ゲインと実補償器13Bの実補償ゲインとを更新させる手段を有するものである。

第2数値処理器10a8Dは、コネクタ65CN1を介して入力された新しい模擬ゲイン配列を模擬位置ゲインと模擬速度ゲインと模擬積分ゲインと模擬補償ゲインとに分離させ、コネクタ65CN2から出力させ、模擬PID制御部8の模擬位置ゲインと模擬速度ゲインと模擬積分ゲインと模擬補償器14Bの模擬補償ゲインとを更新させる手段を有するものである。

第46図に示す中央処理器10a7Bにおいて、第1D工程と、第2D工程と、調整工程10a7aとを第46図に示す手順で行う。

第1D工程は、模擬位置指令配列と、規範ゲインと、第1サイズ配列と、第2サイズ配列と、第3サイズ配列と、ゲイン子群の子の数と、ゲイン親群の親の数と、世代数とを設定する。ただし、ゲイン親群の親ゲインは、位置ゲインと速度ゲインと積分ゲインと補償ゲインとを含むゲイン配列となるように設定されたものである。補償ゲインは、補償器の係数とスイッチのスイッチ条件を含むように設定されたものである。

第2D工程は、ゲイン親群をランダムで初期化し、ゲイン親群をコード化する。

第40図に示す実補償器13Bにおいて、コネクタ54CN1を介して入力された実位置指令に対して、第1実補償器13cBと、第2実補償器13dBと実スイッ

チ 1 3 aB とにより実スイッチ 1 3 aB のコネクタ 2 0 CN 4 から第 2 実トルク信号が求められ、コネクタ 5 4 CN 2 から出力される。

第 4 0 図に示すスイッチ 14aB において、コネクタ 2 0 CN 1 を介して入力された第 1 実補償トルク信号と、コネクタ 2 0 CN 2 を介して入力された第 2 実補償トルク信号と、コネクタ 2 0 CN 3 を介して入力された第 3 実補償トルク信号とに対して、コネクタ 2 0 CN 5 を介して入力された実補償ゲインの第 1 要素の更新によって、スイッチ 14aB のスイッチ条件が更新され、第 1 実補償トルク信号～第 3 実補償トルク信号から、どちらの 1 つが、コネクタ 2 0 CN 4 から第 2 実トルク信号として出力される。

第 4 1 図に示す第 1 実補償器 1 3 bB において、コネクタ 5 9 CN 1 を介して入力された実位置指令に対して、1 つの 2 次微分器と、1 つの係数器とにより第 1 実補償トルク信号が求められ、コネクタ 5 9 CN 2 から出力される。ただし、コネクタ 5 9 CN 3 を介して入力された実補償ゲインの第 2 要素の更新によって、前記係数器の係数が更新される。

第 4 2 図に示す第 2 実補償器 1 3 cB において、コネクタ 6 0 CN 1 を介して入力された実位置指令に対して、1 つの 2 次微分器と、2 つの係数器と 1 つの加算器とにより第 2 実補償トルク信号が求められ、コネクタ 6 0 CN 2 から出力される。ただし、コネクタ 6 0 CN 3 を介して入力された実補償ゲインの第 3 要素の更新によって、前記係数器の係数が更新される。

第 4 3 図に示す第 3 実補償器 1 3 dB において、コネクタ 6 1 CN 1 を介して入力された実位置指令に対して、1 つの 2 次微分器と、1 つの微分器と、3 つの係数器と 1 つの加算器とにより第 3 実補償トルク信号が求められ、コネクタ 6 1 CN 2 から出力される。ただし、コネクタ 6 1 CN 3 を介して入力された実補償ゲインの第 4 要素の更新によって、前記係数器の係数が更新される。

第 3 6 図に示す模擬補償器 1 4 B において、コネクタ 5 3 CN 1 を介して入力された模擬位置指令に対して、第 1 模擬補償器 1 4 cB と、第 2 模擬補償器 1 3 dB と模擬スイッチ 1 4 aB とにより模擬スイッチ 1 4 aB のコネクタ 2 1 CN 4 から第 2 模擬トルク信号が求められ、コネクタ 5 3 CN 2 から出力される。

第36図に示すスイッチ14aBにおいて、コネクタ21CN1を介して入力された第1模擬補償トルク信号と、コネクタ21CN2を介して入力された第2模擬補償トルク信号と、コネクタ21CN3を介して入力された第3模擬補償トルク信号とに対して、コネクタ21CN5を介して入力された模擬補償ゲインの第1要素の更新によって、スイッチ14aBのスイッチ条件が更新され、第1模擬補償トルク信号～第3模擬補償トルク信号から、どちらの1つが、コネクタ21CN4から第2模擬トルク信号として出力される。

第37図に示す第1模擬補償器14bBにおいて、コネクタ56CN1を介して入力された模擬位置指令に対して、1つの2次微分器と、1つの係数器とにより第1模擬補償トルク信号が求められ、コネクタ56CN2から出力される。ただし、コネクタ56CN3を介して入力された模擬補償ゲインの第2要素の更新によって、前記係数器の係数が更新される。

第38図に示す第2模擬補償器14cBにおいて、コネクタ57CN1を介して入力された模擬位置指令に対して、1つの2次微分器と、2つの係数器と1つの加算器とにより第2模擬補償トルク信号が求められ、コネクタ57CN2から出力される。ただし、コネクタ57CN3を介して入力された模擬補償ゲインの第3要素の更新によって、前記係数器の係数が更新される。

第39図に示す第3模擬補償器14dBにおいて、コネクタ58CN1を介して入力された模擬位置指令に対して、1つの2次微分器と、1つの微分器と、3つの係数器と1つの加算器とにより第3模擬補償トルク信号が求められ、コネクタ58CN2から出力される。ただし、コネクタ58CN3を介して入力された模擬補償ゲインの第4要素の更新によって、前記係数器の係数が更新される。

以下、本発明の実施例8を、第48図および第49図を参照しながら説明する。第48図は、本発明の実施例8の全体を示すブロック図である。第48図において、本発明の実施例5は、機械システム12と、観測器4Aと、位置指令発生器6と、実PID制御部7Aと、模擬PID制御器8Aと、2慣性数値モデル9Dと、評価部10Dと、実補償器13Bと、模擬補償器14Bと、加算器15と、加算器16とから構成されている。負荷機械1と伝達機構2と駆動装置3と観測器4Aと

動力変換回路5と位置指令発生器6は従来装置のものと同一である。

実PID制御部7Aと、模擬PID制御器8Aと、評価部10と実補償器13と模擬補償器14と、加算器15と、加算器16とは、前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

第49図は、上述2慣性数値モデル9Dの詳細な構成を示すブロック図である。第49図において、上述2慣性数値モデル9Dは、4つ積分器と2つの係数器と2つの減算器と1つの加算器とから構成されている。

第49図に示す2慣性数値モデル9Dは前記機械システム12の入出力特性の近似表現を行うためのものである。第49図に示す2慣性数値モデル9Dにおいて、コネクタ66CN1を介して入力された模擬トルク信号に対して、第49図に示す4つの積分器と3つの加算器と2つ係数器とによって、模擬位置信号が求められ、コネクタ66CN3から出力される。

以下、本発明の実施例9を、第50図～第62図を参照しながら説明する。第51図は、本発明の実施例9の全体を示すブロック図である。第51図において、本発明の実施例9は、機械システム12と、観測器4Bと、速度指令発生器6Aと、実PI制御部7Bと、模擬PI制御器8Bと、2慣性数値モデル9Eと、評価部10Eと、実補償器13Cと、模擬補償器14Cと、加算器15と、加算器16とから構成されている。機械システム12と速度指令発生器6Aは従来装置のものと同一である。

実PI制御部7Bと、模擬PI制御器8Bと、加算器15と、加算器16とは、前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

第56図は、実補償器13Cの詳細な構成を示すブロック図である。第56図において、実補償器13Cは、第1実補償器13cCと、第2実補償器13dCと、実スイッチ13aBとから構成されている。

第57図は、第1実補償器13bCの詳細な構成を示すブロック図である。第57図において、実補償器13bCは、1つの微分器と、1つの係数器とから構成されている。

第58図は、第2実補償器13cCの詳細な構成を示すブロック図である。第

58図において、実補償器13cCは、1つの微分器と、2つの係数器と、1つ加算器とから構成されている。

第59図は、第3実補償器13dCの詳細な構成を示すブロック図である。第59図において、実補償器13dCは、1つの微分器と、3つの係数器と、1つ加算器とから構成されている。

第52図は、模擬補償器14Cの詳細な構成を示すブロック図である。第52図において、模擬補償器14Cは、第1模擬補償器14cCと、第2模擬補償器14dCと、模擬スイッチ14aBとから構成されている。

第53図は、第1模擬補償器14bCの詳細な構成を示すブロック図である。第53図において、模擬補償器14bCは、1つの微分器と、1つの係数器とから構成されている。

第54図は、第2模擬補償器14cCの詳細な構成を示すブロック図である。第54図において、模擬補償器14cCは、1つの微分器と、2つの係数器と、1つ加算器とから構成されている。

第55図は、第3模擬補償器14dCの詳細な構成を示すブロック図である。第55図において、模擬補償器14dCは、1つの微分器と、3つの係数器と、1つ加算器とから構成されている。

第50図は、2慣性数値モデル9Eの詳細な構成を示すブロック図である。第50図において、2慣性数値モデル9Eは、4つ積分器と2つの係数器と2つの減算器と1つの加算器とから構成されている。

第60図は、上述評価部10Eの詳細な構成を示すブロック図である。第60図において、評価部10Eは、上位制御器10aEと最適化調整器10bとから構成されている。最適化調整器10bは、前述したものであり、以下、その説明を省略する。

第62図は、上述上位制御器10aEの詳細な構成を示すブロック図である。第62図において、上位制御器10aEは、模擬指令変換器10a1と、規範応答発生器10a2Aと、第3信号処理器10a3と、第1信号処理器10a4と、評価関数器10a5と、第2信号処理器10a6と、中央処理器10a7Eと、第2数値処理器10a8Eと、第1数値

処理器10a9Eとから構成されている。模擬指令変換器10a1と、規範応答発生器10a2Aと、第3信号処理器10a3と、第1信号処理器10a4と、評価関数器10a5と、第2信号処理器10a6とは、前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

第59図は、上述中央処理器10a7Eの詳細な構成を示すフローチャートである。第59図において、上述中央処理器10a7Eは、調整工程10a7aと、第1E工程と、第2E工程とから構成されている。調整工程10a7aは、前述したものであり、以下、その説明を省略する。

次に、実施例9の動作を、第50図～第62図を参照しながら説明する。

まず、第50図に示す2慣性数値モデル9Eは前記機械システム12の入出力特性の近似表現を行うためのものである。第50図に示す2慣性数値モデル9Eにおいて、コネクタ67CN1を介して入力された模擬トルク信号に対して、第50図に示す4つの積分器と3つの加算器と2つ係数器とによって、模擬速度信号が求められ、コネクタ67CN3から出力される。

第60図に示す評価部10Eにおいて、コネクタ66CN1と66CN5とを介して入力された実速度指令と模擬速度信号とを上位制御器10aEのコネクタ78CN1と78CN5とに入力され、上位制御器10aEと最適化調整器10bとにより第1模擬速度指令信号が上位制御器10aEのコネクタ78CN3から得られコネクタ66CN3から出力され、実速度ゲインと実積分ゲインと実補償ゲインとが上位制御器10aEのコネクタ78CN2から得られコネクタ66CN2から出力され、模擬速度ゲインと模擬積分ゲインと模擬補償ゲインとが上位制御器10aEのコネクタ78CN4から得られコネクタ66CN4から出力される。

第62図に示す上位制御器10aEにおいて、コネクタ78CN1を介して入力された実速度指令が模擬指令変換器10a1のコネクタ8CN1に入力され、コネクタ78CN5を介して入力された模擬速度信号が第2信号処理器10a6のコネクタ13CN1に入力され、コネクタ78CN6を介して入力されたゲイン子群が中央処理器10a7Eのコネクタ79CN10に入力され、模擬指令変換器10a1と規範応答発生器10a2Aと第3信号処理器10a3と第1信号処理器10a4と評価関数器10a5

と第2信号処理器10a6と中央処理器10a7Eと第2数値処理器10a8Eと第1数値処理器10a9Eとより、第3信号処理器10a3のコネクター10CN1より得られた第1模擬位置指令信号がコネクター78CN3から出力され、中央処理器10a7Eのコネクター79CN9より得られた評価値配列とゲイン親群とがコネクター78CN7から出力され、第1数値処理器10a9Eのコネクター80CN2より得られた実速度ゲインと実積分ゲインと実補償ゲインとがコネクター78CN2から出力され、第2数値処理器10a8Eのコネクター81CN2より得られた模擬速度ゲインと模擬積分ゲインと模擬補償ゲインとがコネクター78CN4から出力される。

第1数値処理器10a9Eは、コネクター80CN1を介して入力された新しい実ゲイン配列を実速度ゲインと実積分ゲインと実補償ゲインとに分離させ、コネクター80CN2から出力させ、実PI制御部7Bの実速度ゲインと実積分ゲインと実補償器13Cの実補償ゲインとを更新させる手段を有するものである。

第2数値処理器10a8Eは、コネクター81CN1を介して入力された新しい模擬ゲイン配列を模擬速度ゲインと模擬積分ゲインと模擬補償ゲインとに分離させ、コネクター81CN2から出力させ、模擬PI制御部8Bの模擬位置ゲインと模擬速度ゲインと模擬積分ゲインと模擬補償器14Cの模擬補償ゲインとを更新させる手段を有するものである。

第61図に示す中央処理器10a7Eにおいて、第1E工程と、第2E工程と、調整工程10a7aとを第61図に示す手順で行う。

第1E工程は、模擬速度指令配列と、規範ゲインと、第1サイズ配列と、第2サイズ配列と、第3サイズ配列と、ゲイン子群の子の数と、ゲイン親群の親の数と、世代数とを設定する。ただし、ゲイン親群の親ゲインは、速度ゲインと積分ゲインと補償ゲインとを含むゲイン配列となるように設定されたものである。補償ゲインは、補償器の係数とスイッチのスイッチ条件を含むように設定されたものである。

第2工程は、ゲイン親群をランダムで初期化し、ゲイン親群をコード化する。

第56図に示す実補償器13Cにおいて、コネクター70CN1を介して入力された実速度指令に対して、第1実補償器13cCと、第2実補償器13dCと実ス

スイッチ 13aB とにより実スイッチ 13aB のコネクタ 20CN4 から第 2 実トルク信号が求められ、コネクタ 70CN2 から出力される。

第 56 図に示すスイッチは 13aB 前述したものであり、以下、その説明を省略する。

第 57 図に示す第 1 実補償器 13bC において、コネクタ 75CN1 を介して入力された実速度指令に対して、1 つの微分器と、1 つの係数器とにより第 1 実補償トルク信号が求められ、コネクタ 75CN2 から出力される。ただし、コネクタ 75CN3 を介して入力された実補償ゲインの第 2 要素の更新によって、前記係数器の係数が更新される。

第 58 図に示す第 2 実補償器 13cC において、コネクタ 76CN1 を介して入力された実速度指令に対して、1 つの微分器と、2 つの係数器と 1 つの加算器とにより第 2 実補償トルク信号が求められ、コネクタ 76CN2 から出力される。ただし、コネクタ 76CN3 を介して入力された実補償ゲインの第 3 要素の更新によって、前記係数器の係数が更新される。

第 59 図に示す第 3 実補償器 13dC において、コネクタ 77CN1 を介して入力された実位置指令に対して、1 つの微分器と、3 つの係数器と 1 つの加算器とにより第 3 実補償トルク信号が求められ、コネクタ 77CN2 から出力される。ただし、コネクタ 77CN3 を介して入力された実補償ゲインの第 4 要素の更新によって、前記係数器の係数が更新される。

第 52 図に示す模擬補償器 14C において、コネクタ 69CN1 を介して入力された模擬速度指令に対して、第 1 模擬補償器 14cC と、第 2 模擬補償器 14dC と模擬スイッチ 14aB とにより模擬スイッチ 14aB のコネクタ 21CN4 から第 2 模擬トルク信号が求められ、コネクタ 69CN2 から出力される。

第 52 図に示すスイッチ 14aB は前述したものであり、以下、その説明を省略する。

第 53 図に示す第 1 模擬補償器 14bC において、コネクタ 72CN1 を介して入力された模擬速度指令に対して、1 つの微分器と、1 つの係数器とにより第 1 模擬補償トルク信号が求められ、コネクタ 72CN2 から出力される。ただし、コ

ネクター7.2CN3を介して入力された模擬補償ゲインの第2要素の更新によって、前記係数器の係数が更新される。

第54図に示す第2模擬補償器14cCにおいて、コネクター73CN1を介して入力された模擬速度指令に対して、1つの微分器と、2つの係数器と1つの加算器とにより第2模擬補償トルク信号が求められ、コネクター73CN2から出力される。ただし、コネクター73CN3を介して入力された模擬補償ゲインの第3要素の更新によって、前記係数器の係数が更新される。

第55図に示す第3模擬補償器14dCにおいて、コネクター74CN1を介して入力された模擬速度指令に対して、1つの微分器と、3つの係数器と1つの加算器とにより第3模擬補償トルク信号が求められ、コネクター74CN2から出力される。ただし、コネクター74CN3を介して入力された模擬補償ゲインの第4要素の更新によって、前記係数器の係数が更新される。

以下、本発明の実施例10を、第63図～第71図を参照しながら説明する。第63図は、本発明の実施例10の全体を示すブロック図である。第63図において、本発明の実施例10は、機械システム12と、観測器4と、位置指令発生器6と、実PID制御部7と、模擬PID制御器8と、2慣性数値モデル9Fと、評価部10Fと、実補償部13Bと、模擬補償部14Bと、加算器15と、加算器16とリレー17とから構成されている。機械システム12と観測器4と位置指令発生器6は従来装置のものと同一である。

実PID制御部7と、実補償部13Bと、模擬補償部14Bと、模擬PID制御器8と、加算器15と、加算器16は、前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

第64図は、2慣性数値モデル9Fの詳細な構成を示すブロック図である。第64図において、2慣性数値モデル9Fは、4つ積分器と3つの係数器と2つの減算器と1つの加算器とから構成されている。

第65図は、上述評価部10Fの詳細な構成を示すブロック図である。第65図において、評価部10Fは、上位制御器10aFと最適化調整器10bとから構成されている。最適化調整器10bは、前述したものであり、以下、その説明

を省略する。

第66図は、上述上位制御器10aFの詳細な構成を示すブロック図である。第66図において、上位制御器10aFは、模擬指令変換器10a1と、規範応答発生器10a2Bと、第3信号処理器10a3と、第1信号処理器10a4と、評価関数器10a5と、第2信号処理器10a6と、中央処理器10a7Fと、第2数値処理器10a8Dと、第1数値処理器10a9Dと、第3数値処理器10a10とから構成されている。模擬指令変換器10a1と、第3信号処理器10a3と、第1信号処理器10a4と、評価関数器10a5と、第2信号処理器10a6と、第2数値処理器10a8Dと、第1数値処理器10a9Dとは、前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

第67図は、上述規範応答発生器10a2Bの詳細な構成を示すブロック図である。第67図において、規範応答発生器10a2Bは、制御ゲイン調整用規範応答発生器10a2aと、リレー17の接点セット17bとから構成されている。制御ゲイン調整用規範応答発生器10a2aは、前述したものであり、以下、その説明を省略する。

第68図は、上述リレー17の詳細な構成を示すブロック図である。第68図において、リレー17は、通常使われているものであり、少なくとも、接点セット17aと、接点セット17bと、リレー条件側とから構成されている。

第69図は、上述中央処理器10a7Fの詳細な構成を示すフローチャートである。第69図において、上述中央処理器10a7Fは、第1F工程と、第2F工程と、同定工程10a7bと、第1G工程と、第2G工程と、調整工程10a7aとから構成されている。調整工程10a7aは、前述したものであり、以下、その説明を省略する。

第70図は、上述同定工程10a7bの詳細な構成を示すフローチャートである。第70図において、同定工程10a7bは、第12工程～第14工程と、第3a工程と、第4a工程と、第5工程と、第7工程～第10工程と、第1リレー制御部と、第2リレー制御部と、第1ループ制御器と、第2ループ制御器とから構成されている。

次に、実施例10の動作を、第63図～第70図を参照しながら説明する。まず、第63図に示す2慣性数値モデル9Fは前記機械システムの入出力特性の近似表現を行うためのものである。第63図に示す2慣性数値モデル9Fにおいて、

コネクタ-83CN1を介して入力された模擬トルク信号に対して、第63図に示す4つの積分器と1つの加算器と3つ係数器と2つの減算器とによって、模擬位置信号と模擬速度信号とが求められ、それぞれ、コネクタ-83CN2とコネクタ-83CN3から出力される。ただし、コネクタ-83CN4を介して入力された数値ゲインの更新によって、2慣性数値モデル9Fの係数器の各係数が更新される。

第64図に示す評価部10Fにおいて、コネクタ-82CN1と82CN5とを介して入力された実位置指令と模擬位置信号とが上位制御器10aFのコネクタ-84CN1と84CN5とに入力され、コネクタ-82CN8を介して入力された実位置信号が上位制御器10aFのコネクタ-84C10に入力され、上位制御器10aFと最適化調整器10bとにより、第1模擬位置指令信号が上位制御器10aFのコネクタ-84CN3から得られコネクタ-82CN3から出力され、実位置ゲインと実速度ゲインと実積分ゲインと実補償ゲインとが上位制御器10aFのコネクタ-84CN2から得られコネクタ-82CN2から出力され、模擬位置ゲインと模擬速度ゲインと模擬積分ゲインと模擬補償ゲインとが上位制御器10aFのコネクタ-84CN4から得られコネクタ-82CN4から出力され、第1実位置指令信号が上位制御器10aFのコネクタ-84CN9から得られコネクタ-82CN7から出力される。

第66図に示す上位制御器10aFにおいて、コネクタ-84CN1を介して入力された実位置指令が模擬指令変換器10a1のコネクタ-8CN1に入力され、コネクタ-84CN5を介して入力された模擬位置信号が第2信号処理器10a6のコネクタ-13CN1に入力され、コネクタ-84CN6を介して入力されたゲイン子群が中央処理器10a7Fのコネクタ-86CN10に入力され、コネクタ-84CN10を介して入力された実位置信号が規範応答発生器10a2Bのコネクタ-85CN6に入力され、模擬指令変換器10a1と規範応答発生器10a2Bと第3信号処理器10a3と第1信号処理器10a4と評価関数器10a5と第2信号処理器10a6と中央処理器10a7Dと第2数値処理器10a8Dと第1数値処理器10a9Dと第3数値処理器10a10とより、第3信号処理器10a3のコネクタ-10CN1より得られた第1模擬位置指令信号が84CN3から出力され、中央処理器10a7Fのコネクタ-86CN9より得られた評価値配列とゲイン親群とが84CN7から出力され、第1数値処理器10a9Dのコネクタ-64CN

2より得られた実位置ゲインと実速度ゲインと実積分ゲインと実補償ゲインとが84CN2から出力され、第2数値処理器10a8Dのコネクター65CN2より得られた模擬位置ゲインと模擬速度ゲインと模擬積分ゲインと模擬補償ゲインとが84CN4から出力され、第3数値処理器10a10のコネクター87CN2より得られた数値ゲインがコネクター84CN8から出力され、規範応答発生器10a2Bのコネクター85CN5より得られた第1実位置指令信号が84CN9から出力される。

第67図に示す規範応答発生器10a2Bにおいて、コネクター85CN1を介して入力された第2模擬位置指令信号が制御ゲイン調整用規範応答発生器10a2aのコネクター22CN2に入力され、コネクター85CN6を介して入力された実位置信号がリレー17の接点セット17bに入力され、調整用規範応答発生器10a2aと接点セット17bの状況とにより、規範応答信号が、接点セット17bの出力より得られた、コネクター85CN4から出力される。制御ゲイン調整用規範応答発生器10a2aは、前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

第69図に示す中央処理器10a7Fにおいて、第1F工程と、第2F工程と、同定工程10a7bと、第1G工程と、第2G工程と、調整工程10a7aとを第69図に示す手順で行う。

第1F工程は、模擬位置指令配列と、規範ゲインと、第1サイズ配列と、第2サイズ配列と、第3サイズ配列と、ゲイン子群の子の数と、ゲイン親群の親の数と、世代数とを設定する。ただし、ゲイン親群の親ゲインは、上述2慣性数値モデル9Fの各係数器の係数を含む数値ゲイン配列となるように設定されたものである。

第2F工程は、ゲイン親群をランダムで初期化し、ゲイン親群をコード化する。

第1G工程は、模擬位置指令配列と、規範ゲインと、第1サイズ配列と、第2サイズ配列と、第3サイズ配列と、ゲイン子群の子の数と、ゲイン親群の親の数と、世代数とを設定する。ただし、ゲイン親群の親ゲインは、位置ゲインと速度ゲインと積分ゲインと補償ゲインとを含むゲイン配列となるように設定されたものである。補償ゲインは、補償器の係数とスイッチのスイッチ条件を含むように設定されたものである。

第2G工程は、ゲイン親群をランダムで初期化し、ゲイン親群をコード化する。

調整工程10a7aは、前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

第70図に示す同定工程10a7bにおいて、第12工程～第14工程と、第7工程～第10工程と、同定工程10a7bと、第3a工程と、第4a工程と、第5工程と、第1ループ制御器と、第2ループ制御器と、第1リレー制御部と、第2リレー制御部とを第70図に示す手順で行う。

第12工程は、コネクタ86CN5を介して、第1数値処理器10a9Dのコネクタ64CN1に、実ゲイン配列の初期値を書き込み、次の操作に入る。それによって、実PID制御部と実補償部との各ゲインが初期化される。

第13工程は、コネクタ86CN4を介して、第2数値処理器10a8Dのコネクタ65CN1に、模擬ゲイン配列の初期値を書き込み、次の操作に入る。それによって、模擬PID制御部と模擬補償部との各ゲインが初期化される。

第1リレー制御部は、リレー17をONにする。それによって、2慣性数値モデル9Fを同定するためのモードになる。

第3a工程は、コネクタ86CN8を介して模擬指令変換器10a1のコネクタ8CN2に模擬位置指令配列を書き込む。それによって、模擬指令変換器10a1のコネクタ8CN3から第2模擬指令信号が得られる。

第4a工程は、コネクタ86CN7を介して規範応答発生器10a2Bのコネクタ85CN3に規範ゲインを書き込む。それによって、規範応答発生器10a2Bのコネクタ85CN2から規範指令信号が得られ、規範応答発生器10a2Bのコネクタ85CN4から規範応答信号が得られる。

第5工程と、第1ループ制御器と、第2ループ制御器と、第7工程～第10工程とは、前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

第14工程は、コネクタ86CN11を介して、ゲイン親群の1つの親である数値ゲイン配列を一定の順位で第3数値処理器10a10のコネクタ87CN1に書き込む。それによって、第3数値処理器10a10のコネクタ87CN2を介して、2慣性数値モデル9Fの各係数器の係数が更新される。

第2リレー制御部は、リレー17をOFFにする。それによって、制御ゲインを同定するためのモードになる。

レー 1 7 と、実補償器 1 3 C と、模擬補償器 1 4 C とは、前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

第 7 3 図は、上述 2 慣性数値モデル 9 H の詳細な構成を示すブロック図である。第 7 3 図において、上述 2 慣性数値モデル 9 H は、4 つ積分器と 3 つの係数器と 2 つの減算器と 1 つの加算器とから構成されている。

第 7 5 図は、上述評価部 1 0 G の詳細な構成を示すブロック図である。第 7 5 図において、評価部 1 0 G は、上位制御器 1 0 a G と最適化調整器 1 0 b とから構成されている。最適化調整器 1 0 b は、前述したものであり、以下、その説明を省略する。

第 7 6 図は、上述上位制御器 1 0 a G の詳細な構成を示すブロック図である。第 7 6 図において、上位制御器 1 0 a G は、模擬指令変換器 10a1 と、規範応答発生器 10a2C と、第 3 信号処理器 10a3 と、第 1 信号処理器 10a4 と、評価関数器 10a5 と、第 2 信号処理器 10a6 と、中央処理器 10a7F と、第 2 数値処理器 10a8E と、第 1 数値処理器 10a9E と、第 3 数値処理器 10a10 とから構成されている。模擬指令変換器 10a1 と、第 3 信号処理器 10a3 と、第 1 信号処理器 10a4 と、評価関数器 10a5 と、第 2 信号処理器 10a6 と、第 2 数値処理器 10a8E と、第 1 数値処理器 10a9E とは、前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

第 7 7 図は、上述規範応答発生器 1 0 a 2 C の詳細な構成を示すブロック図である。第 7 7 図において、規範応答発生器 1 0 a 2 C は、制御ゲイン調整用規範応答発生器 10a2aA と、リレー 1 7 の接点セット 17b とから構成されている。制御ゲイン調整用規範応答発生器 10a2aA とリレー 1 7 とは、前述したものであり、以下、その説明を省略する。

第 7 8 図は、上述中央処理器 10a7G の詳細な構成を示すフローチャートである。第 7 8 図において、上述中央処理器 10a7G は、第 1 H 工程と、第 2 H 工程と、同定工程 10a7b と、第 1 I 工程と、第 2 I 工程と、調整工程 10a7a とから構成されている。調整工程 10a7a と同定工程 10a7b とは、前述したものであり、以下、その説明を省略する。

次に、実施例 1 2 の動作を、第 7 3 図～第 7 8 図を参照しながら説明する。ま

以下、本発明の実施例11を、第71図および第72図を参照しながら説明する。第71図は、本発明の実施例11の全体を示すブロック図である。第71図において、本発明の実施例11は、機械システム12と、観測器4Aと、位置指令発生器6と、実PID制御部7Aと、模擬PID制御器8Aと、2慣性数値モデル9Gと、評価部10Fと、実補償部13Bと、模擬補償部14Bと、加算器15と、加算器16とリレー17とから構成されている。機械システム12と観測器4と位置指令発生器6は従来装置のものと同一である。

実PID制御部7Aと、実補償部13Bと、模擬補償部14Bと、模擬PID制御器8Aと、加算器15と、加算器16と、リレー17と、評価部10Fとは、前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

第72図は、上述2慣性数値モデル9Gの詳細な構成を示すブロック図である。第72図において、上述2慣性数値モデル9Gは、4つ積分器と3つの係数器と2つの減算器と1つの加算器とから構成されている。

第72図に示す2慣性数値モデル9Gは前記機械システムの入出力特性の近似表現を行うためのものである。第72図に示す2慣性数値モデル9Gにおいて、コネクタ88CN1を介して入力された模擬トルク信号に対して、第72図に示す4つの積分器と1つの加算器と3つ係数器と2つの減算器とによって、模擬位置信号が求められ、それぞれ、コネクタ88CN3から出力される。ただし、コネクタ88CN4を介して入力された数値ゲインの更新によって、2慣性数値モデル9Gの係数器の各係数が更新される。

以下、本発明の実施例12を、第73図～第78図を参照しながら説明する。第74図は、本発明の実施例12の全体を示すブロック図である。第74図において、本発明の実施例12は、機械システム12と、観測器4Bと、速度指令発生器6Aと、実PI制御部7Bと、模擬PI制御器8Bと、2慣性数値モデル9Hと、評価部10Gと、実補償器13Cと、模擬補償器14Cと、加算器15と、加算器16とリレー17とから構成されている。機械システム12と速度指令発生器6Aは従来装置のものと同一である。

実PI制御部7Bと、模擬PI制御器8Bと、加算器15と、加算器16と、リ

ず、第73図に示す2慣性数値モデル9Hは前記機械システムの入出力特性の近似表現を行うためのものである。第73図に示す2慣性数値モデル9Hにおいて、コネクタ89CN1を介して入力された模擬トルク信号に対して、第73図に示す4つの積分器と1つの加算器と3つ係数器と2つの減算器とによって、模擬速度信号が求められ、コネクタ89CN2から出力される。ただし、コネクタ89CN4を介して入力された数値ゲインの更新によって、2慣性数値モデル9Hの係数器の各係数が更新される。

第75図に示す評価部10Gにおいて、コネクタ90CN1と90CN5とを介して入力された実速度指令と模擬速度信号とが上位制御器10aGのコネクタ91CN1と91CN5とに入力され、コネクタ90CN8を介して入力された実速度信号が上位制御器10aGのコネクタ91C10に入力され、上位制御器10aGと最適化調整器10bとにより、第1模擬速度指令信号が上位制御器10aGのコネクタ91CN3から得られコネクタ90CN3から出力され、実速度ゲインと実積分ゲインと実補償ゲインとが上位制御器10aGのコネクタ91CN2から得られコネクタ90CN2から出力され、模擬速度ゲインと模擬積分ゲインと模擬補償ゲインとが上位制御器10aGのコネクタ91CN4から得られコネクタ90CN4から出力され、第1実速度指令信号が上位制御器10aGのコネクタ91CN9から得られコネクタ90CN7から出力される。

第76図に示す上位制御器10aGにおいて、コネクタ91CN1を介して入力された実速度指令が模擬指令変換器10a1のコネクタ8CN1に入力され、コネクタ91CN5を介して入力された模擬速度信号が第2信号処理器10a6のコネクタ13CN1に入力され、コネクタ91CN6を介して入力されたゲイン子群が中央処理器10a7Gのコネクタ93CN10に入力され、コネクタ91CN10を介して入力された実速度信号が規範応答発生器10a2Cのコネクタ92CN6に入力され、模擬指令変換器10a1と規範応答発生器10a2Cと第3信号処理器10a3と第1信号処理器10a4と評価関数器10a5と第2信号処理器10a6と中央処理器10a7Dと第2数値処理器10a8Eと第1数値処理器10a9Eと第3数値処理器10a10とより、第3信号処理器10a3のコネクタ10CN1より得られた第1模擬速度指令信号が91CN3か

ら出力され、中央処理器10a7Gのコネクタ93CN 9より得られた評価値配列とゲイン親群とが91CN 7から出力され、第1数値処理器10a 9 Eのコネクタ80CN 2より得られた実速度ゲインと実積分ゲインと実補償ゲインとが9 1 CN 2から出力され、第2数値処理器10a 8 Eのコネクタ81CN 2より得られた模擬速度ゲインと模擬積分ゲインと模擬補償ゲインとが9 1 CN 4から出力され、第3数値処理器10a 1 0のコネクタ8 7 CN 2より得られた数値ゲインがコネクタ9 1 CN 8から出力され、規範応答発生器10a2Cのコネクタ92CN 5より得られた第1実速度指令信号が9 1 CN 9から出力される。

第77図に示す規範応答発生器10a2Cにおいて、コネクタ92CN 1を介して入力された第2模擬速度指令信号が制御ゲイン調整用規範応答発生器10a2aAのコネクタ36CN 2に入力され、コネクタ92CN 6を介して入力された実速度信号がリレー17の接点セット17bに入力され、調整用規範応答発生器10a2aAと接点セット17bの状況とにより、規範応答信号が、接点セット17bの出力より得られた、コネクタ92CN 4から出力される。制御ゲイン調整用規範応答発生器10a2aAは、前述したものであり、以下、それらの説明を省略する。

第78図に示す中央処理器10a7Gにおいて、第1H工程と、第2H工程と、同定工程10a7bと、第1I工程と、第2I工程と、調整工程10a7aとを第69図に示す手順で行う。

第1H工程は、模擬速度指令配列と、規範ゲインと、第1サイズ配列と、第2サイズ配列と、第3サイズ配列と、ゲイン子群の子の数と、ゲイン親群の親の数と、世代数とを設定する。ただし、ゲイン親群の親ゲインは、上述2慣性数値モデル9Hの各係数器の係数を含む数値ゲイン配列となるように設定されたものである。

第2H工程は、ゲイン親群をランダムで初期化し、ゲイン親群をコード化する。

第1I工程は、模擬速度指令配列と、規範ゲインと、第1サイズ配列と、第2サイズ配列と、第3サイズ配列と、ゲイン子群の子の数と、ゲイン親群の親の数と、世代数とを設定する。ただし、ゲイン親群の親ゲインは、速度ゲインと積分ゲインと補償ゲインとを含むゲイン配列となるように設定されたものである。補償ゲインは、補償器の係数とスイッチのスイッチ条件を含むように設定されたもので

ある。

第21工程は、ゲイン親群をランダムで初期化し、ゲイン親群をコード化する。

[産業上の利用可能性]

以上のように、本発明の請求項1～3は、観測器4と実PID制御部7とからなる実制御部18に対して、実PID制御部7と同一な構造を持つ模擬PID制御部8と、評価部10と、上述機械システム12の近似計算を行うための2慣性数値モデル9とを付加することにより、位置および速度計測器をもつ位置決めのPID制御において、PID制御ゲインを自動的により高速かつ最適に調整することできる効果がある。

本発明の請求項4は、観測器4Aと実PID制御部7Aとからなる実制御部18Aに対して、実PID制御部7Aと同一な構造を持つ模擬PID制御部8Aと、評価部10と、上述機械システム12の近似計算を行うための2慣性数値モデル9Aとを付加することにより、位置計測器をもつ位置決めのPID制御において、PID制御ゲインを自動的により高速かつ最適に調整することできる効果がある。

本発明の請求項5は、観測器4Bと実PI制御部7Bとからなる実制御部18Bに対して、実PI制御部7Bと同一な構造を持つ模擬PI8Bと、評価部10Aと、上述機械システム12の近似計算を行うための2慣性数値モデル9Bとを付加することにより、速度計測器をもつ速度決めのPI制御において、PI制御ゲインを自動的により高速かつ最適に調整することできる効果がある。

本発明の請求項6は、観測器4と実PID制御部7と実補償部13とからなる実制御部18Cに対して、実制御部18Cと同一な構造を持つ模擬PID制御部8と模擬補償部14とからなる模擬制御部19Cと、評価部10Bと、上述機械システム12の近似計算を行うための2慣性数値モデル9とを付加することにより、位置および速度計測器をもつ位置決めの補償器付きPID制御において、PID制御ゲイン及び補償器ゲインを自動的により高速かつ最適に調整することできる効果がある。

本発明の請求項7は、観測器4Aと実PID制御部7Aと実補償部13とからなる実制御部18Dに対して、実制御部18Dと同一な構造を持つ模擬PID制御部8

Aと模擬補償部14とからなる模擬制御部19Dと、評価部10Bと、上述機械システム12の近似計算を行うための2慣性数値モデル9Aとを付加することにより、位置計測器をもつ位置決めの補償器付きPID制御において、PID制御ゲイン及び補償器ゲインを自動的により高速かつ最適に調整することができる効果がある。

本発明の請求項8は、観測器4Bと実PI制御部7Bと実補償部13Aからなる実制御部18Eに対して、実制御部18E同一な構造を持つ模擬PI制御部8Bと模擬補償部14Aとからなる模擬制御部19Eと、評価部10Bと、上述機械システム12の近似計算を行うための2慣性数値モデル9Bとを付加することにより、速度計測器をもつ速度決めの補償器付きPI制御において、PI制御ゲイン及び補償器ゲインを自動的により高速かつ最適に調整することができる効果がある。

本発明の請求項9は、観測器4と実PID制御部7と実補償部13Bからなる実制御部18Fに対して、実制御部18Fと同一な構造を持つ模擬PID制御部8と模擬補償部14Bとからなる模擬制御部19Fと、評価部10Dと、上述機械システム12の近似計算を行うための2慣性数値モデル9Cとを付加することにより、位置および速度計測器をもつ位置決めの補償器群付きPID制御において、PID制御ゲインと補償器の種類と補償器ゲインとを自動的により高速かつ最適に調整することができる効果がある。

本発明の請求項10は、観測器4Aと実PID制御部7Aと実補償部13Bからなる実制御部18Gに対して、実制御部18Gと同一な構造を持つ模擬PID制御部8Aと模擬補償部14Bとからなる模擬制御部19Gと、評価部10Dと、上述機械システム12の近似計算を行うための2慣性数値モデル9Dとを付加することにより、位置計測器をもつ位置決めの補償器群付きPID制御において、PID制御ゲインと補償器の種類と補償器ゲインとを自動的により高速かつ最適に調整することができる効果がある。

本発明の請求項11は、観測器4Bと実PI制御部7Bと実補償部13Cからなる実制御部18Hに対して、実制御部18H同一な構造を持つ模擬PI制御部8Bと模擬補償部14Cとからなる模擬制御部19Hと、評価部10Eと、上述機械システム12の近似計算を行うための2慣性数値モデル9Eとを付加することにより、

速度計測器をもつ速度決めの補償器群付きP I 制御において、P I 制御ゲインと補償器の種類と補償器ゲインとを自動的により高速かつ最適に調整することができる効果がある。

本発明の請求項12～13は、観測器4と実P I D制御部7と実補償部13Bからなる実制御部18Fに対して、実制御部18Fと同一な構造を持つ模擬P I D制御部8と模擬補償部14Bとからなる模擬制御部19Fと、評価部10Fと、上述機械システム12の近似計算を行うための2慣性数値モデル9Fとを付加することにより、位置および速度計測器をもつ位置決めの補償器群付きP I D制御において、上述機械システム12におけるパラメータの同定とP I D制御ゲインと補償器の種類と補償器ゲインとを自動的により高速かつ最適に調整することができる効果がある。

本発明の請求項14は、観測器4Aと実P I D制御部7Aと実補償部13Bからなる実制御部18Gに対して、実制御部18Gと同一な構造を持つ模擬P I D制御部8Aと模擬補償部14Bとからなる模擬制御部19Gと、評価部10Gと、上述機械システム12の近似計算を行うための2慣性数値モデル9Gとを付加することにより、位置計測器をもつ位置決めの補償器群付きP I D制御において、上述機械システム12におけるパラメータの同定とP I D制御ゲインと補償器の種類と補償器ゲインとを自動的により高速かつ最適に調整することができる効果がある。

本発明の請求項15は、観測器4Bと実P I 制御部7Bと実補償部13Cからなる実制御部18Hに対して、実制御部18H同一な構造を持つ模擬P I 制御部8Bと模擬補償部14Cとからなる模擬制御部19Hと、評価部10Hと、上述機械システム12の近似計算を行うための2慣性数値モデル9Hとを付加することにより、速度計測器をもつ速度決めの補償器群付きP I 制御において、上述機械システム12におけるパラメータの同定とP I 制御ゲインと補償器の種類と補償器ゲインとを自動的により高速かつ最適に調整することができる効果がある。

請求の範囲

1. 負荷機械と、動力を伝達する伝達機構と、前記伝達機構を介して前記負荷機械を駆動する電動機とを備えた機械システムと、

前記機械システムを含んだ数値モデルと、前記数値モデルの観測可能な状態量を用い前記数値モデルにトルク指令を供給する模擬制御部と、前記模擬制御部と実制御部とに制御パラメータを供給する評価部とからなるシミュレータ部と、実システムからの観測可能な状態量を入力とし前記シミュレータ部と同一な構造を持つ実制御部を有し、駆動源である前記電動機にトルク信号を供給する実制御部とを備えたことを特徴とする電動機制御装置。

2. 実動作に先立ち前記シミュレータ部を駆動させ、前記数値モデルの挙動を評価する模擬評価関数があらかじめ設定された初期条件を満足した後、前記シミュレータ部の評価部で求められた制御パラメータを実制御部に供給する手段を備えたことを特徴とする請求項1記載の電動機制御装置。

3. 与えられた実位置指令に対して、模擬トルク指令に基づいて模擬速度信号および模擬位置信号を供給する前記数値モデルと、前記数値モデルの模擬速度信号および模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬PID制御部と、前記実位置指令と実位置信号と実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実PID制御部とを備えたことを特徴とする請求項2記載の電動機制御装置。

4. 与えられた実位置指令に対して、模擬トルク指令に基づいて模擬位置信号を供給する数値モデルと、前記数値モデルの模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに前記模擬トルク指令を供給する模擬PID制御部と、前記実位置指令と前記実位置信号とに基づいて実トルク信号を供給する実PID制御部とを備えたことを特徴とする請求項2記載の電動機制御装置。

5. 与えられた実速度指令に対して、模擬トルク指令に基づいて模擬速度信号を供給する数値モデルと、前記数値モデルの前記模擬速度信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬PI制御部と、前記実速度指令と実速度

信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I制御部とを備えたことを特徴とする請求項2記載の電動機制御装置。

6. 前記数値モデルの模擬速度信号および模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I D制御部と模擬補償部とからなる模擬制御部と、実位置指令と前記実位置信号と前記実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I D制御部と実補償部とからなる実制御部とを備えたことを特徴とする請求項3記載の電動機制御装置。

7. 前記数値モデルの模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I D制御部と模擬補償部とからなる模擬制御部と、実位置指令と前記実位置信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I D制御部と実補償部とからなる実制御部とを備えたことを特徴とする請求項4記載の電動機制御装置。

8. 前記数値モデルの模擬速度信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I制御部と模擬補償部と、実速度指令と前記実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I制御部と実補償部とからなる実制御部とを備えたことを特徴とする請求項5記載の電動機制御装置。

9. 前記数値モデルの模擬速度信号および模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I D制御部と複数種類の模擬補償器からなる模擬補償部と構成された模擬制御部と、実位置指令と前記実位置信号と前記実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I D制御部と複数種類の前記模擬補償器からなる実補償部と構成された実制御部とを備えたことを特徴とする請求項3記載の電動機制御装置。

10. 前記数値モデルの模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬P I D制御部と複数種類の模擬補償器からなる模擬補償部と構成された模擬制御部と、実位置指令と前記実位置信号とに基づいて実トルク信号を供給する実P I D制御部と複数種類の模擬補償器からなる実補償部と構成された実制御部とを備えたことを特徴とする請求項4記載の電動機制御装置。

11. 前記数値モデルの模擬速度信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指

令を供給する模擬 P I 制御部と複数種類の模擬補償器からなる模擬補償部と構成された模擬制御部と、実速度指令と前記実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実 P I 制御部と複数種類の模擬補償器からなる実補償部と構成された実制御部とを備えたことを特徴とする請求項 5 記載の電動機制御装置。

1 2. シミュレータ部の前記数値モデルを構成する際に初期状態時においては、実制御部で初期的に設定された初期制御パラメータにより実系を駆動することにより得られる観測可能な初期状態量と実駆動部に与えた初期トルク指令を用いることにより作成し、制御パラメータが供給された後、実系を駆動し、実系の挙動があらかじめ設定された実稼動時評価関数を満足しない場合は、この時点の実稼動トルク指令と実系の観測可能な実稼動状態量を用い、シミュレータ部の前記数値モデルを決定しなおし、シミュレータ部を再起動し、制御パラメータを決定しなおす手段を備えたことを特徴とする電動機制御装置。

1 3. 前記数値モデルの模擬速度信号および模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬 P I D 制御部と複数種類の模擬補償器からなる模擬補償部と構成された模擬制御部と、実位置指令と前記実位置信号と前記実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実 P I D 制御部と複数種類の模擬補償器からなる実補償部と構成された実制御部とを備えたことを特徴とする請求項 1 2 記載の電動機制御装置。

1 4. 前記数値モデルの模擬位置信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬 P I D 制御部と複数種類の模擬補償器からなる模擬補償部と構成された模擬制御部と、実位置指令と前記実位置信号とに基づいて実トルク信号を供給する実 P I D 制御部と複数種類の模擬補償器からなる実補償部とで構成された実制御部とを備えたことを特徴とする請求項 1 2 記載の電動機制御装置。

1 5. 前記数値モデルの模擬速度信号に基づいて前記数値モデルに模擬トルク指令を供給する模擬 P I 制御部と複数種類の模擬補償器からなる模擬補償部とで構成された模擬制御部と、実速度指令と前記実速度信号とに基づいて実トルク信号を供給する実 P I 制御部と複数種類の模擬補償器からなる実補償部とで構成された実制御部とを備えたことを特徴とする請求項 1 2 記載の電動機制御装置。

図 1

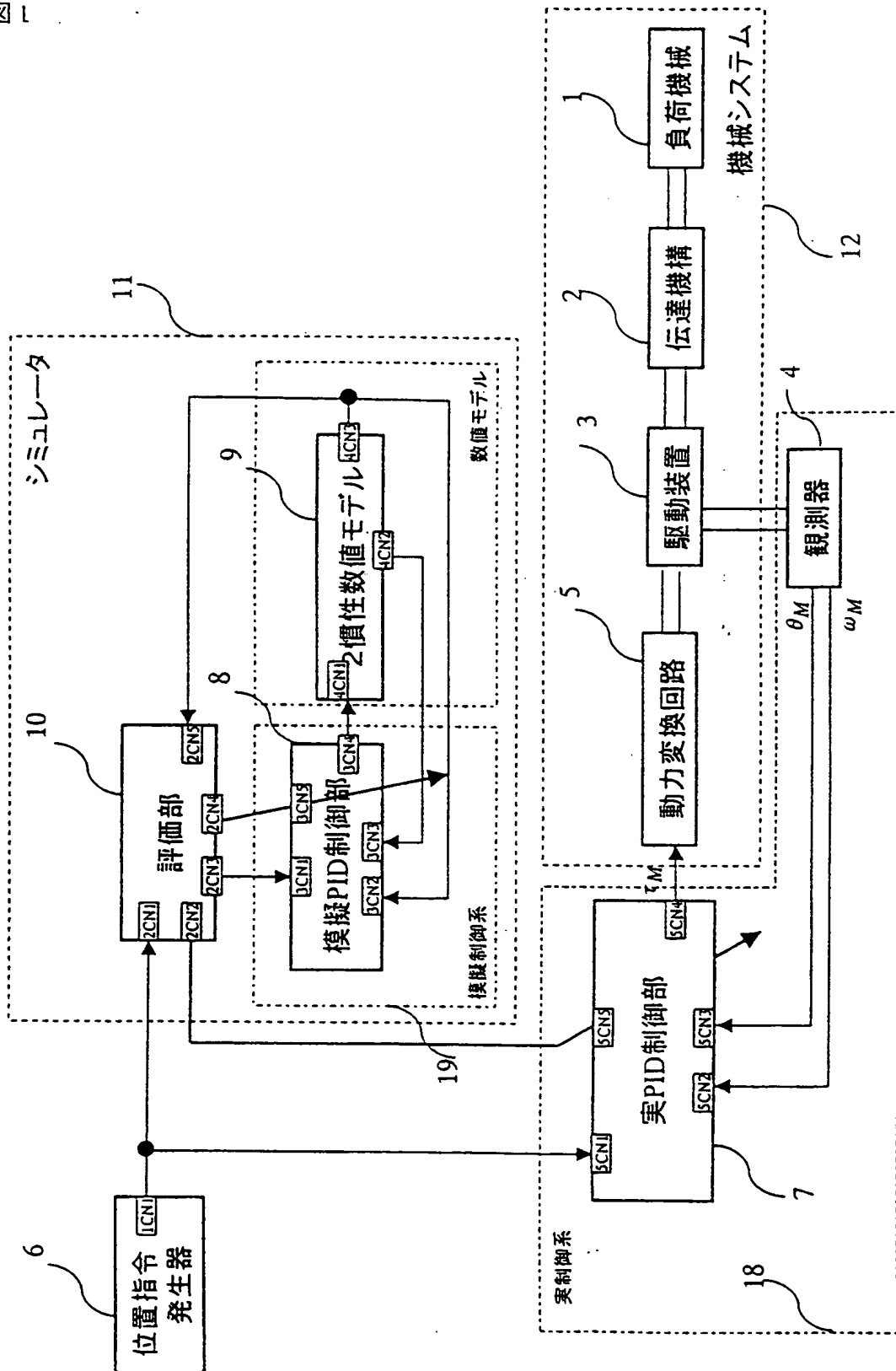


図 2

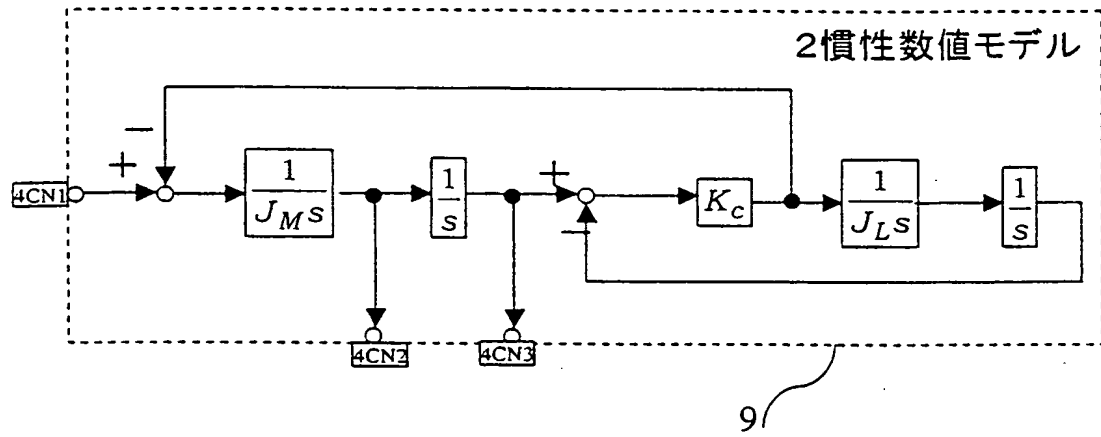


図 3

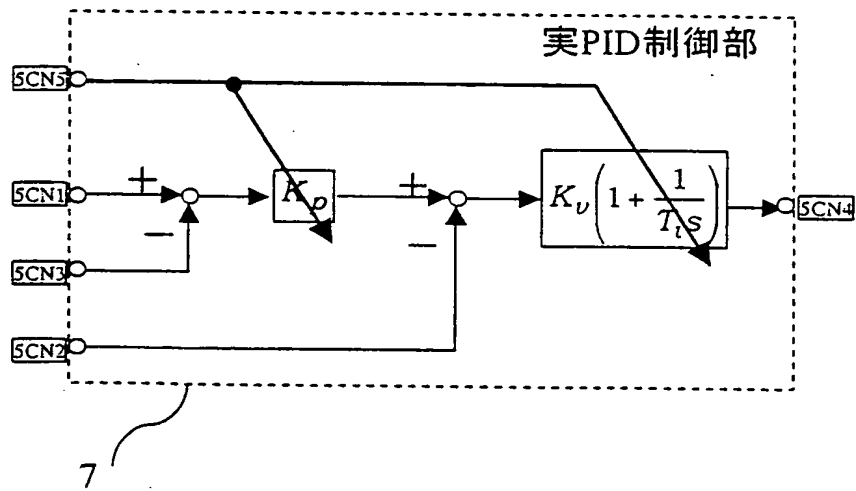


図 4

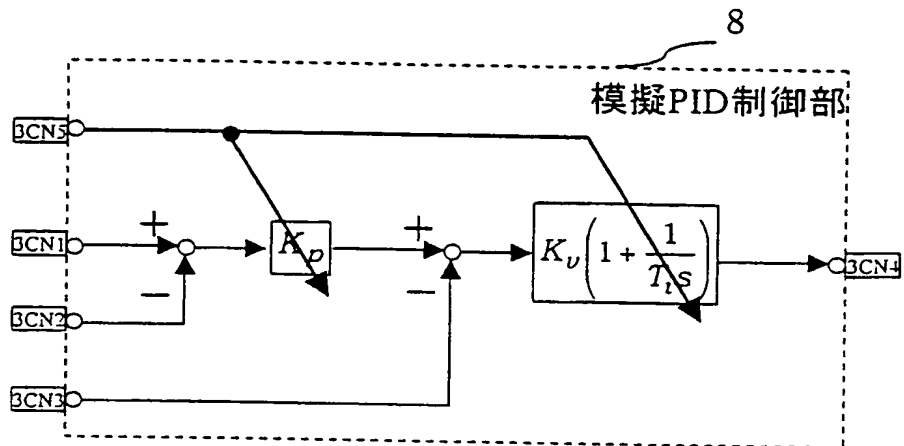


図 5

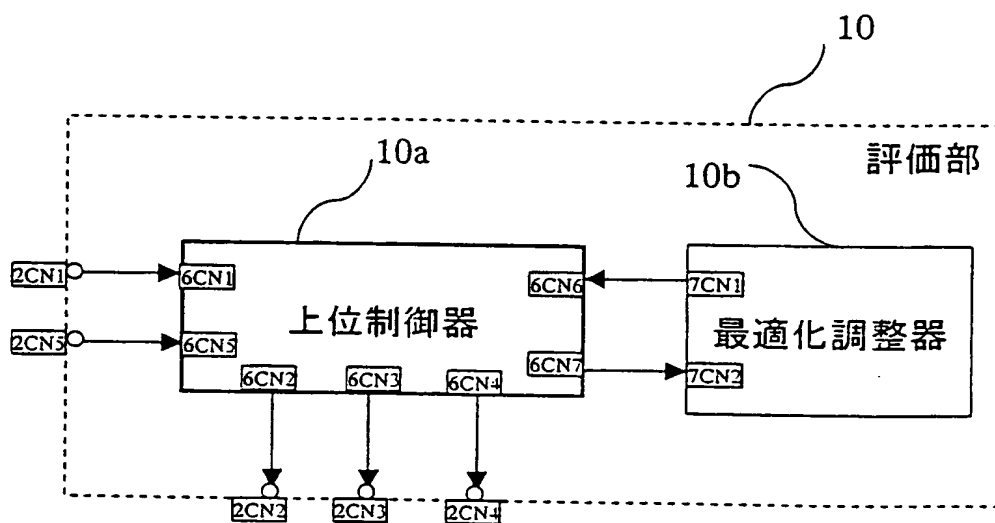


図 6

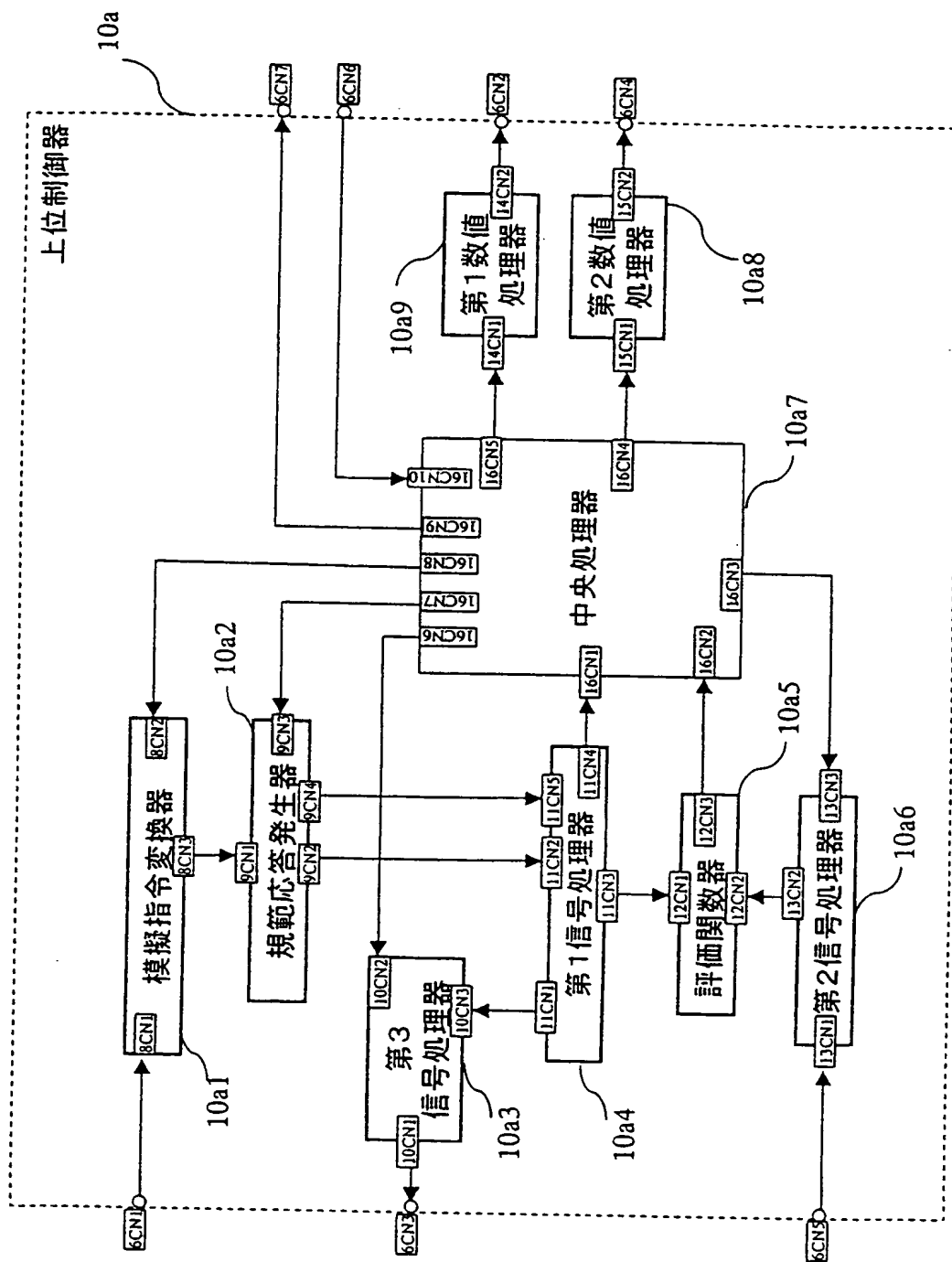


図 7

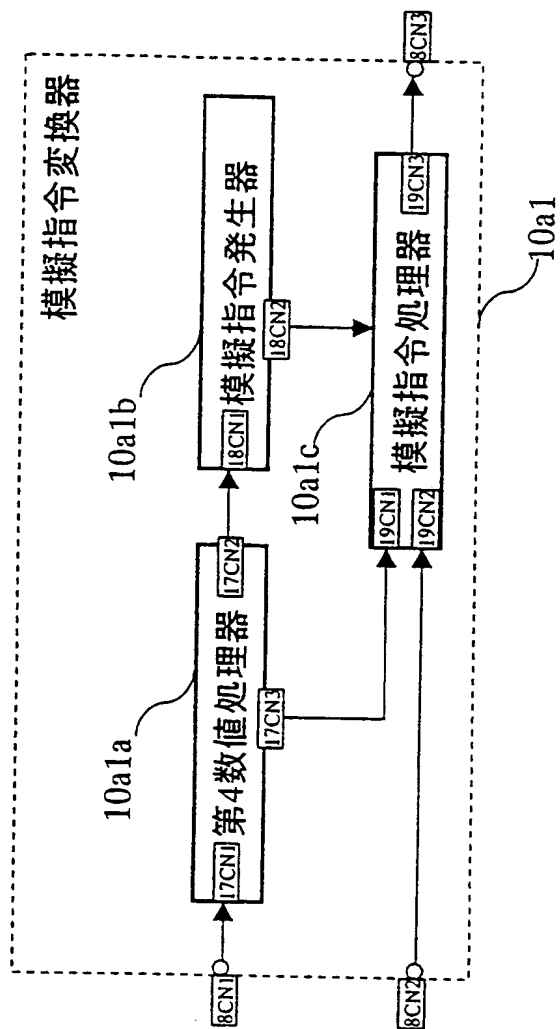


図 8

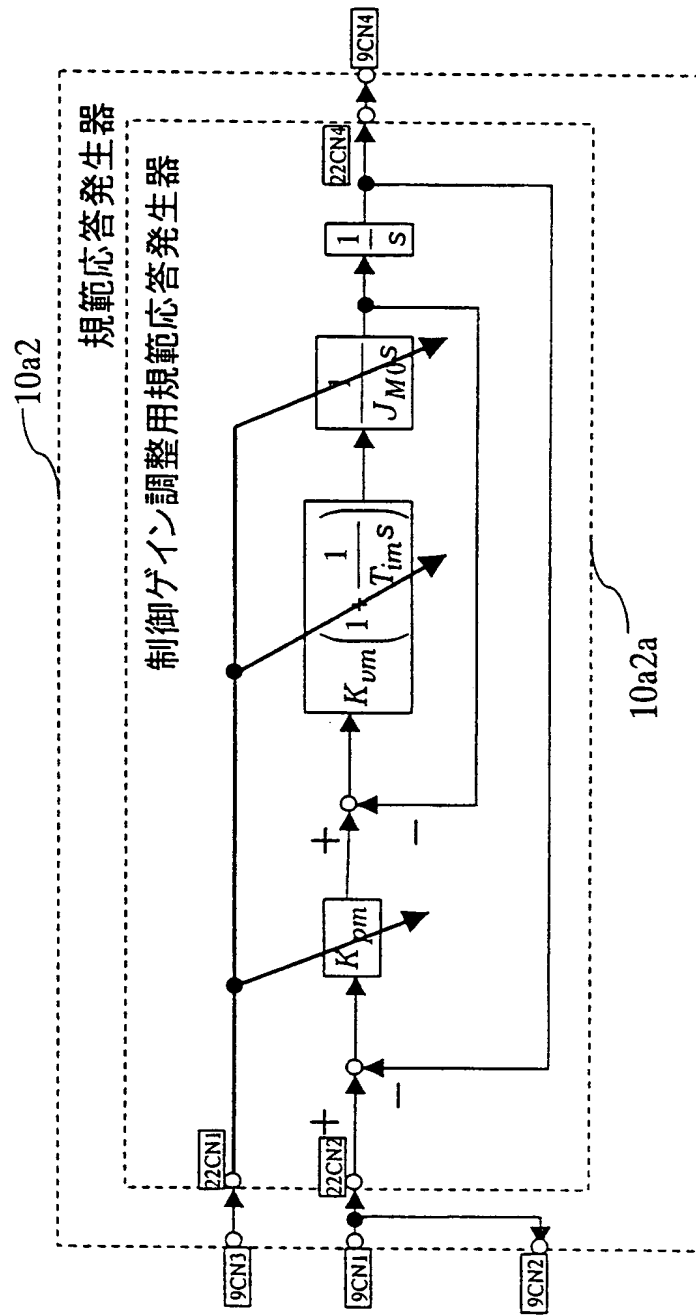


図 9

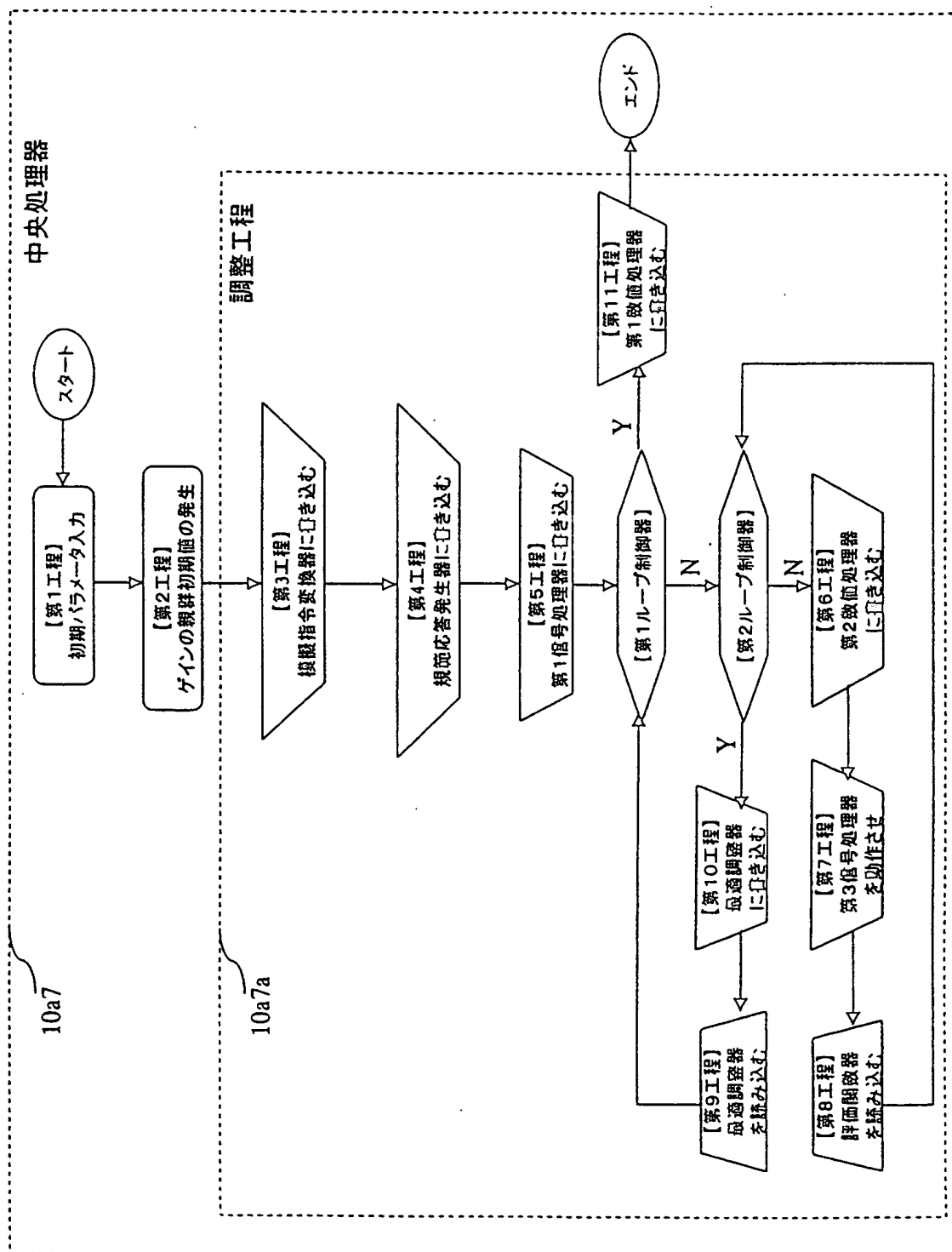


図 10

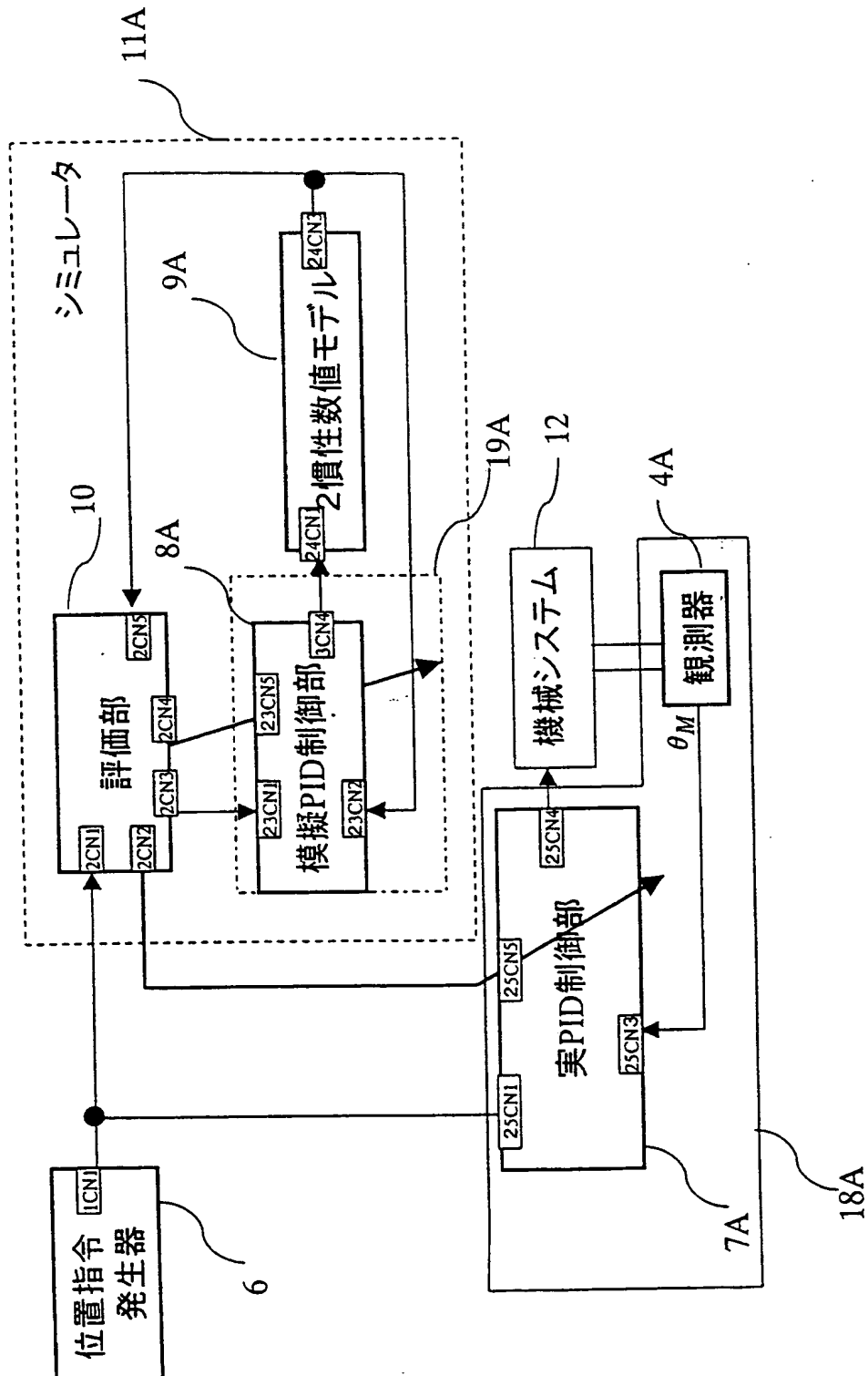


図 1 1

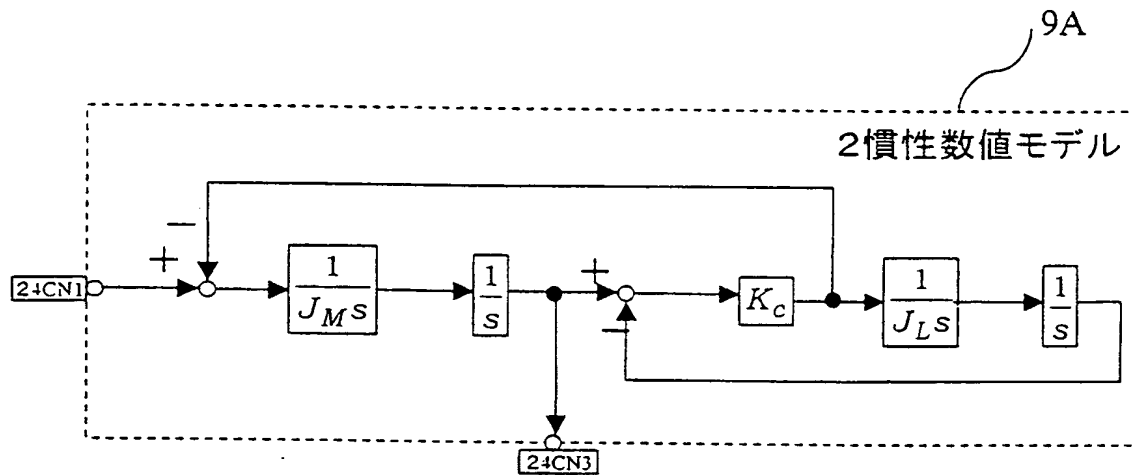


図 1 2

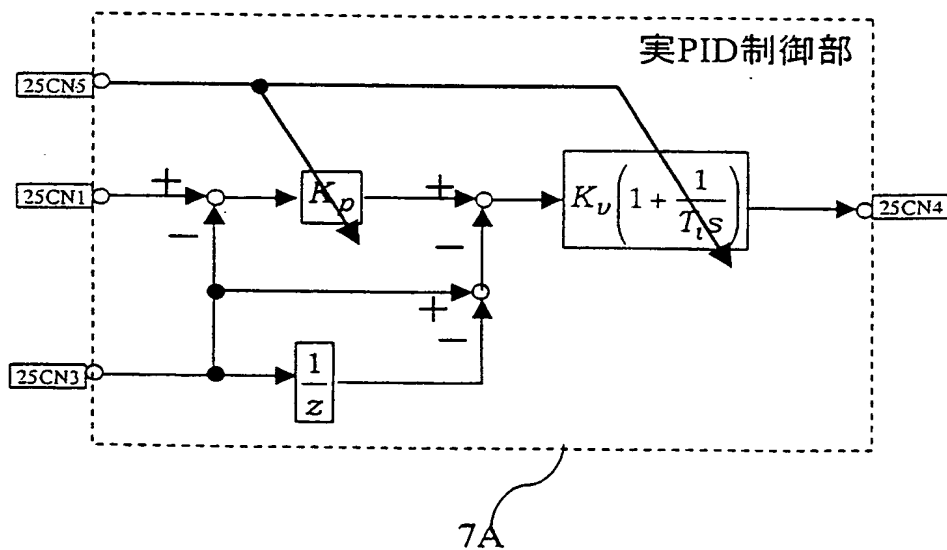


図 13

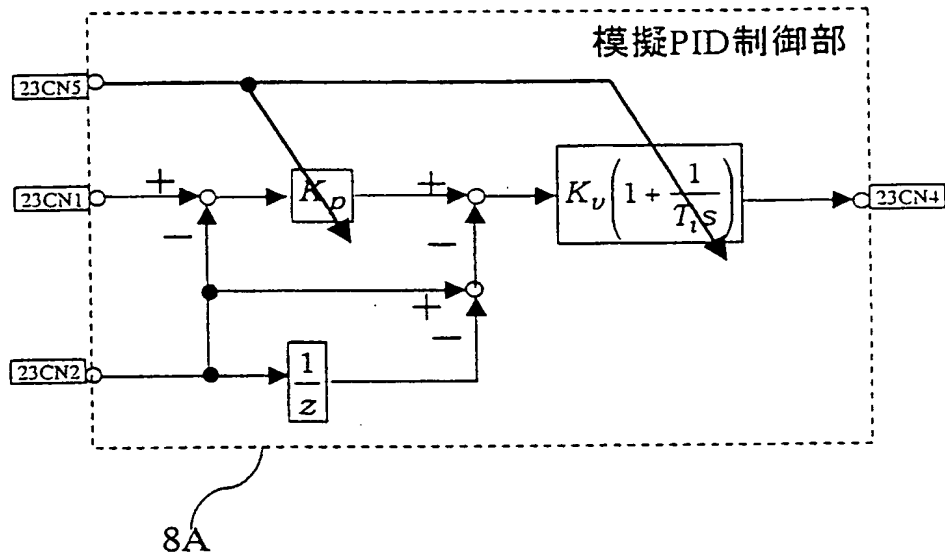


図 14

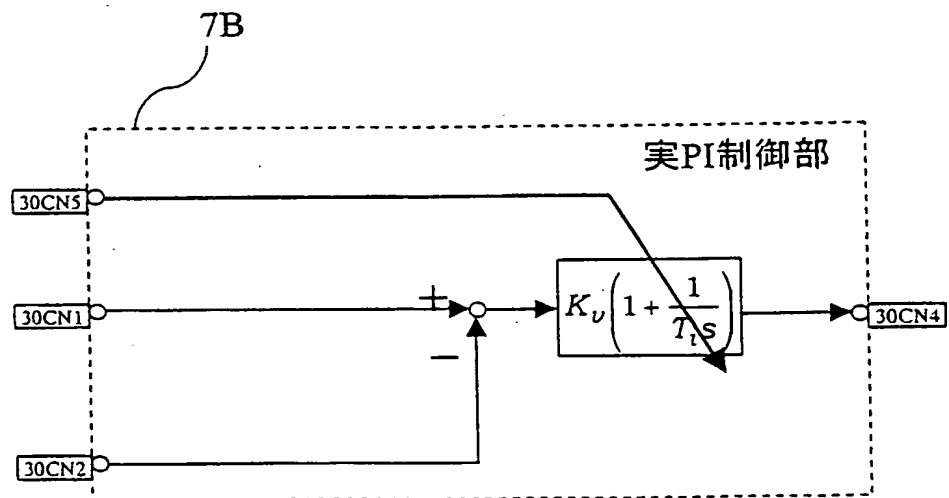


図 15

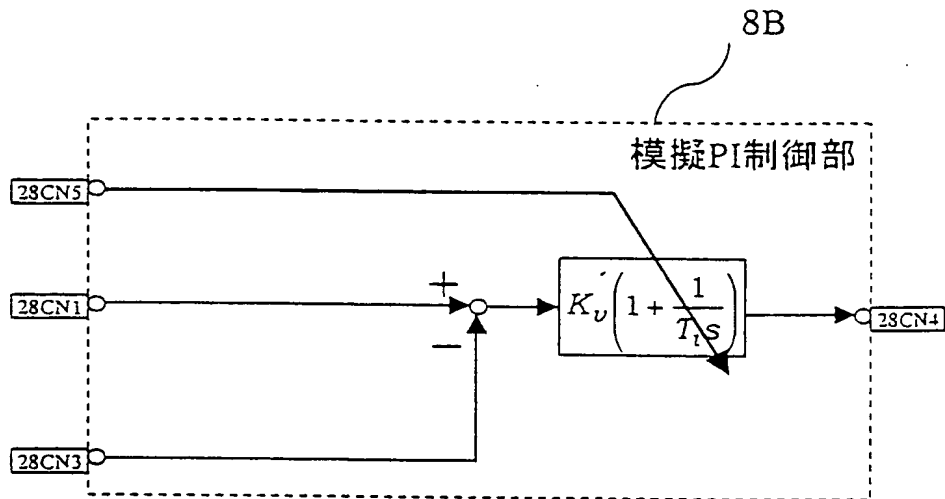


図 16

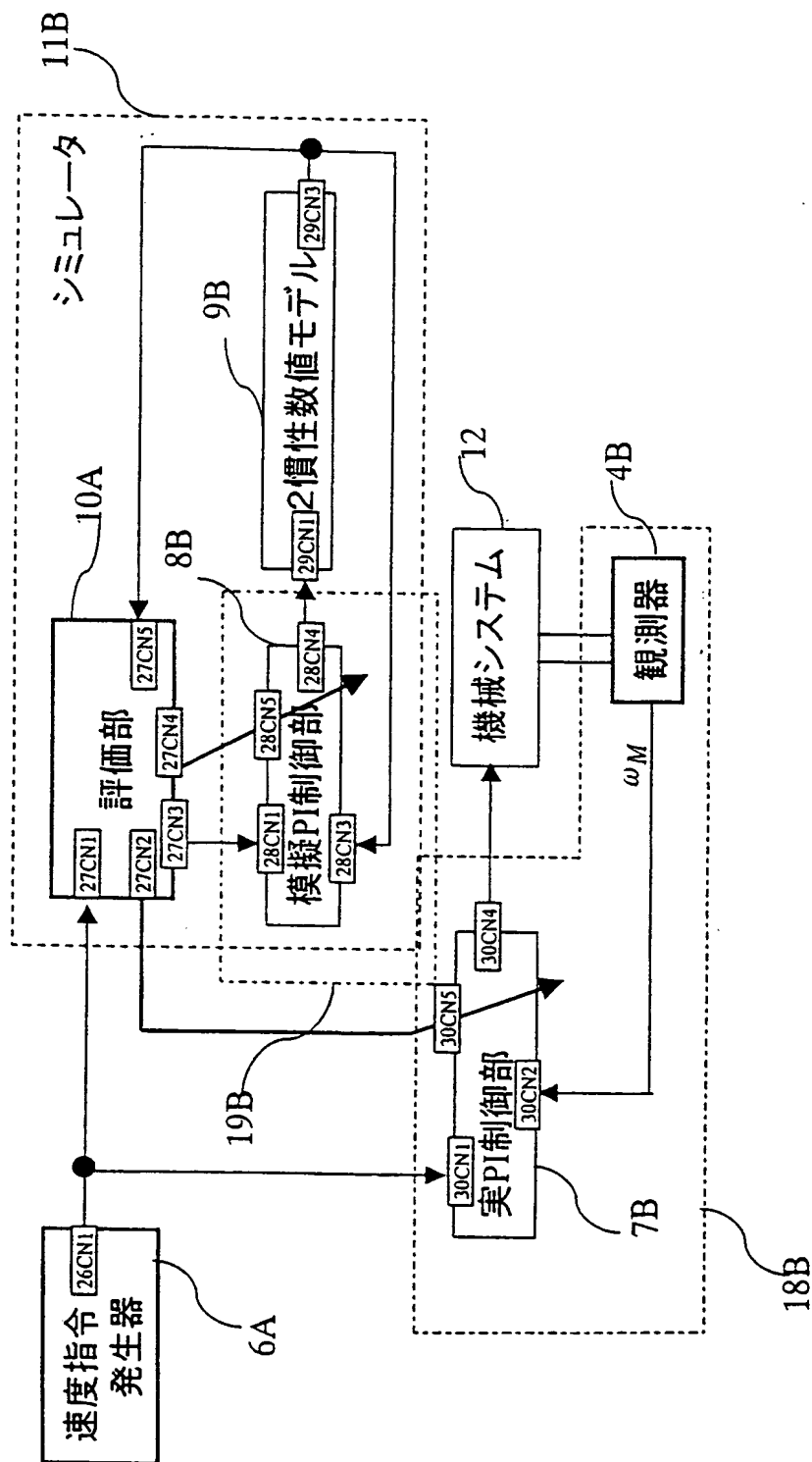


図 17

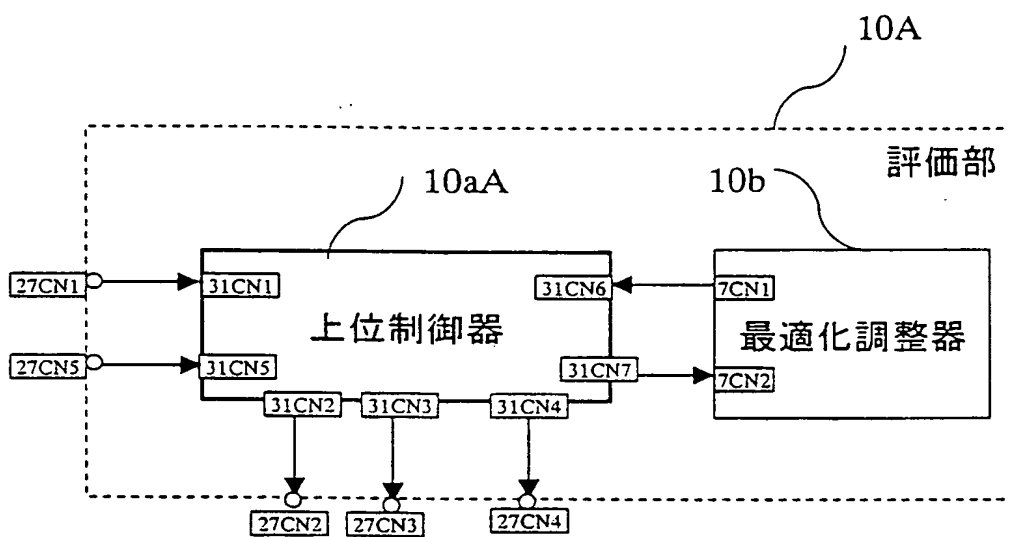


図 18

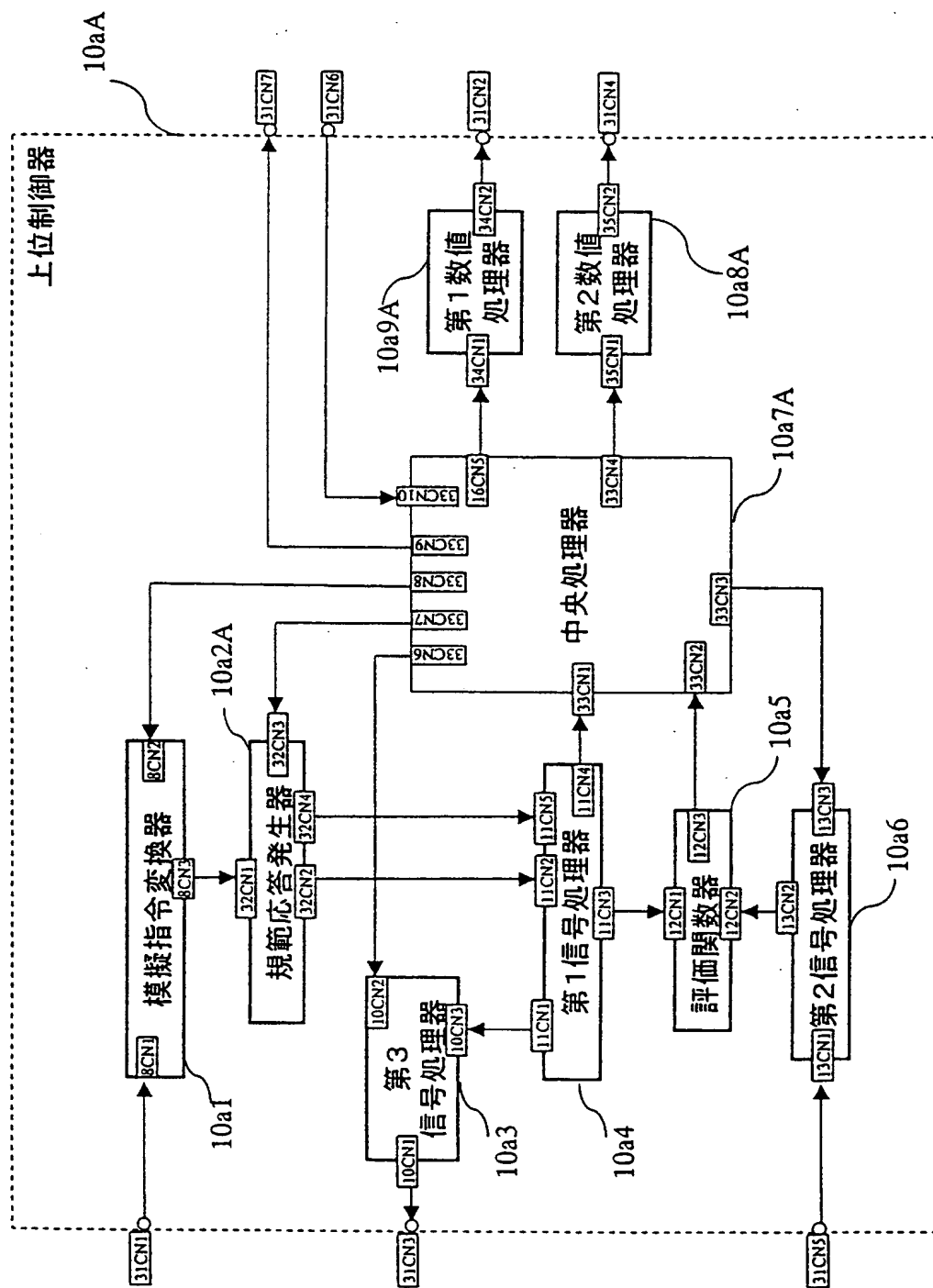


図 19

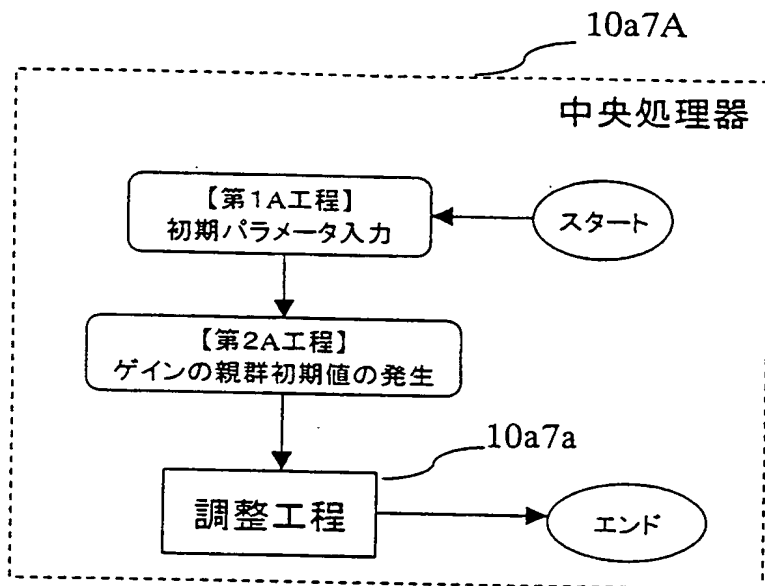


図 20

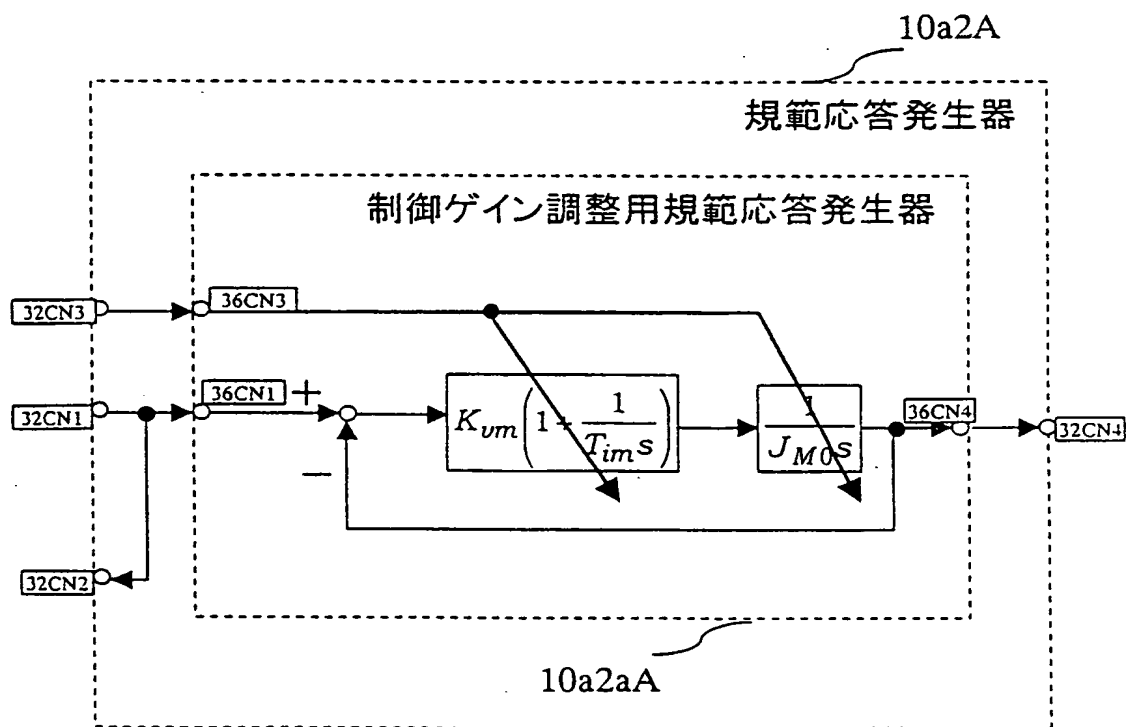


図 21

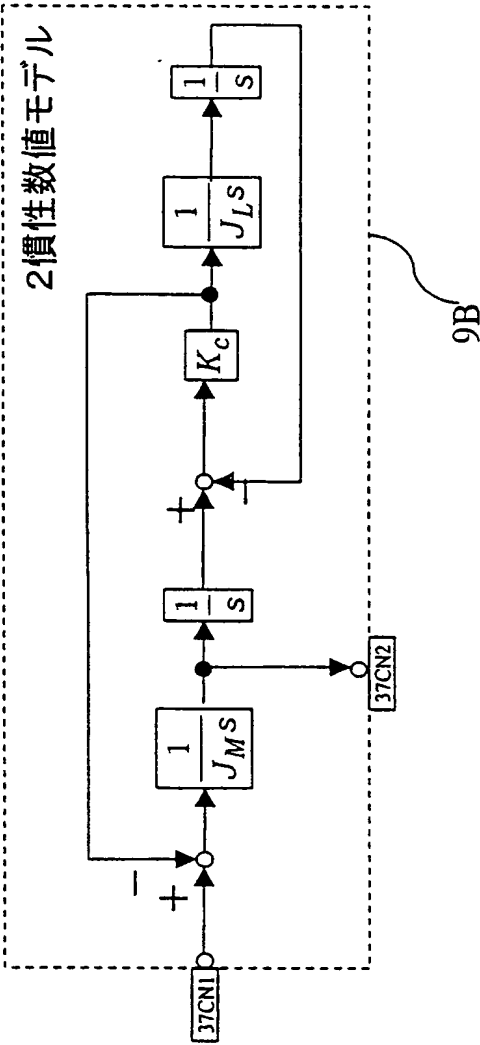


図 22

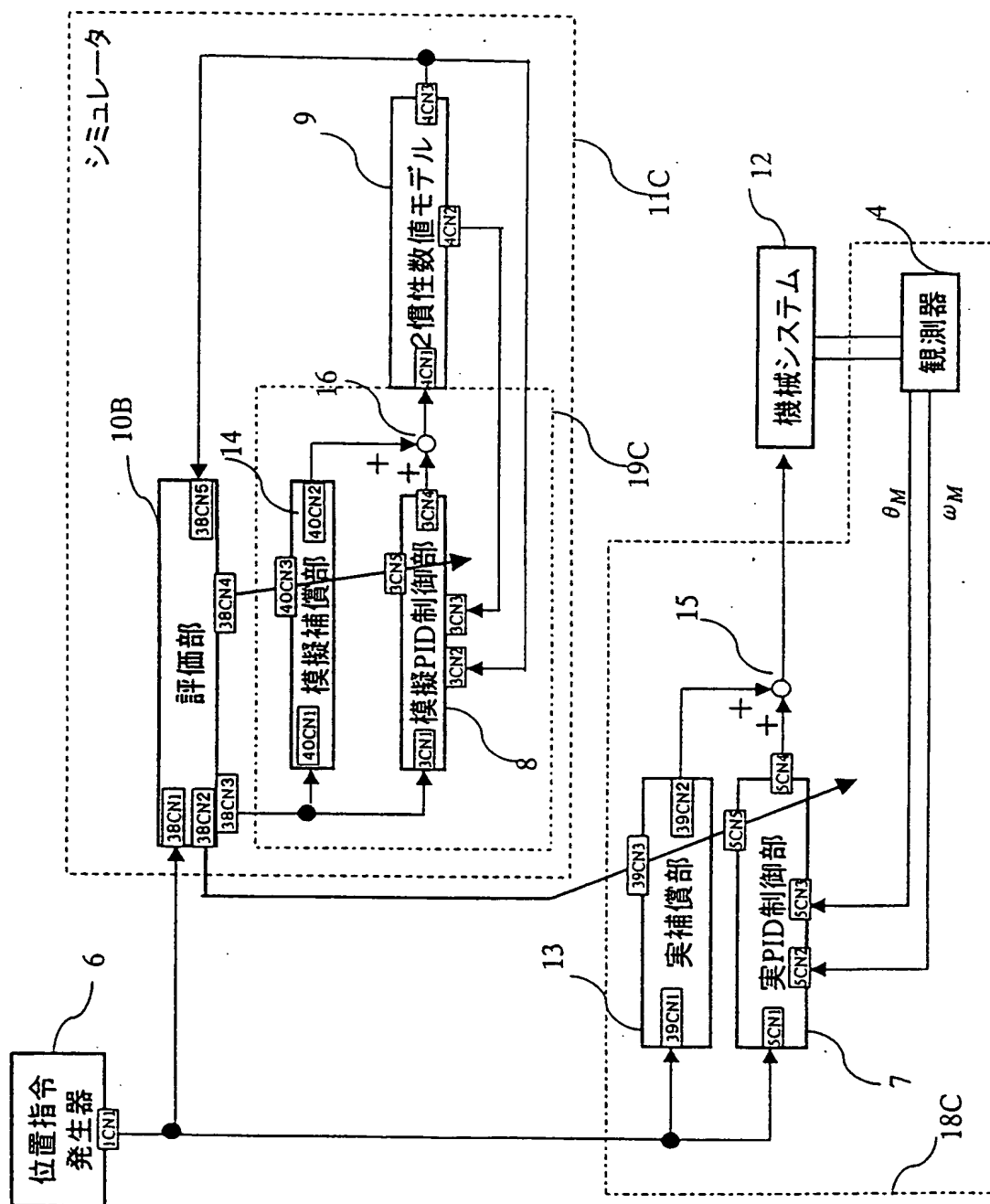


図 23

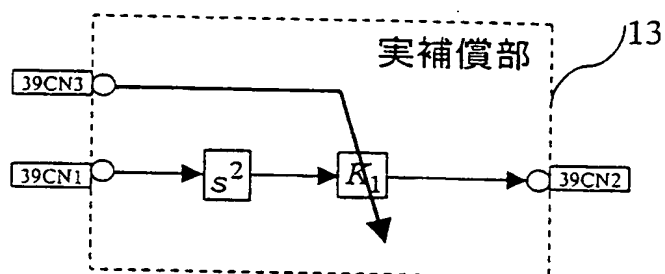


図 24

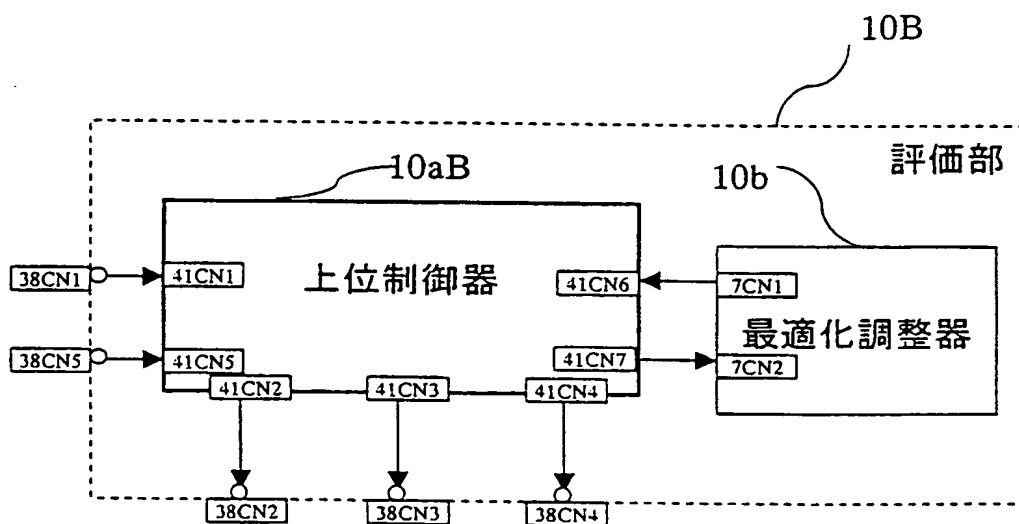


図 2 5

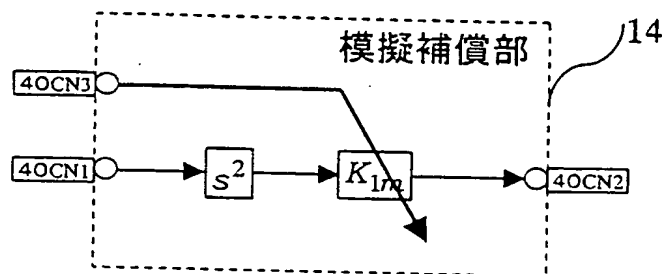


図 2 6

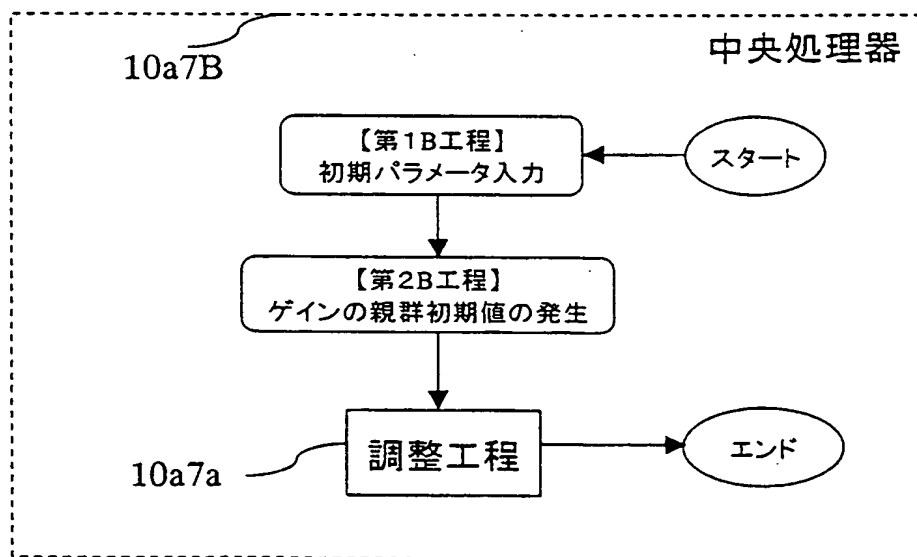


图 27

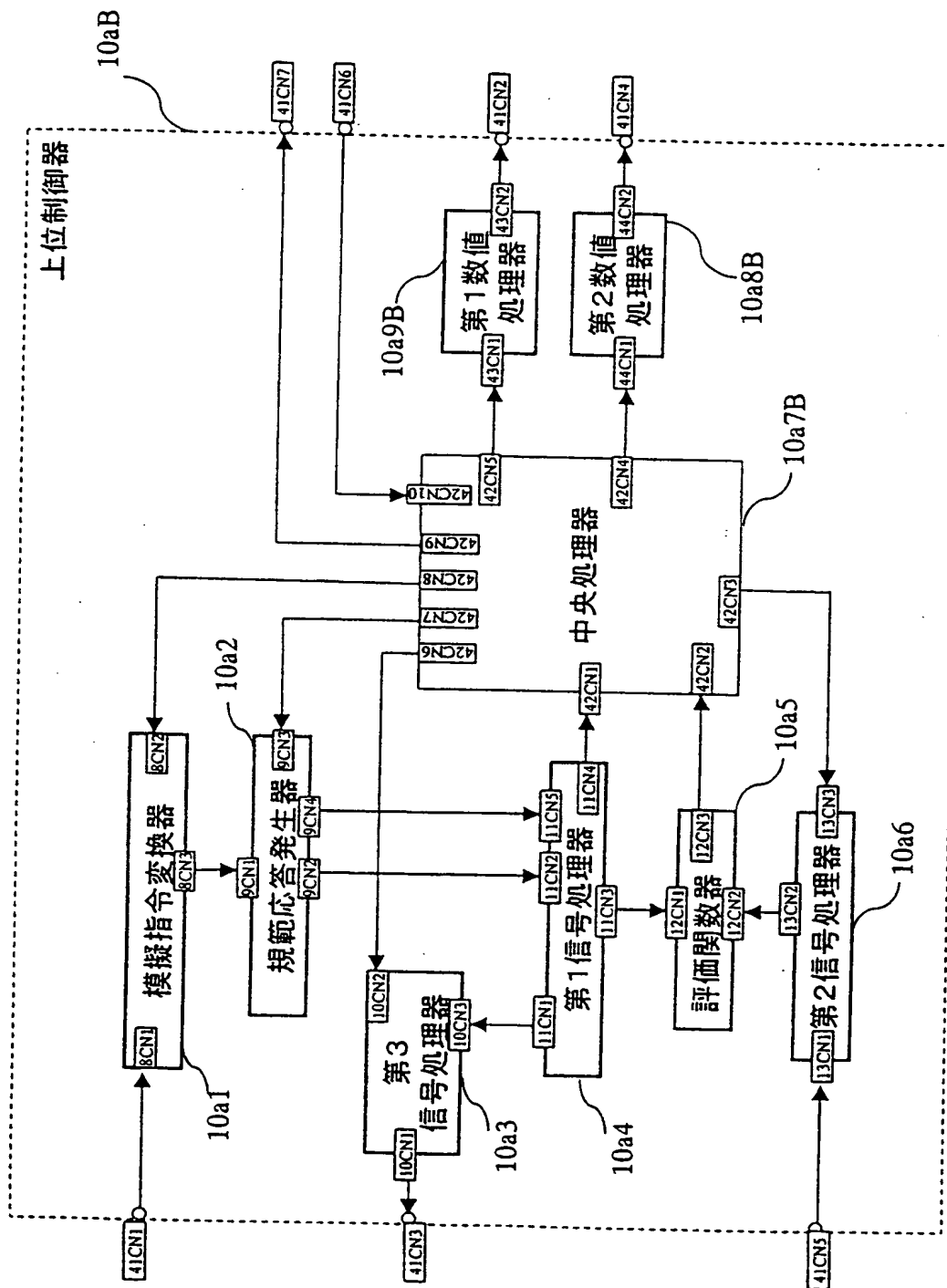


図 28

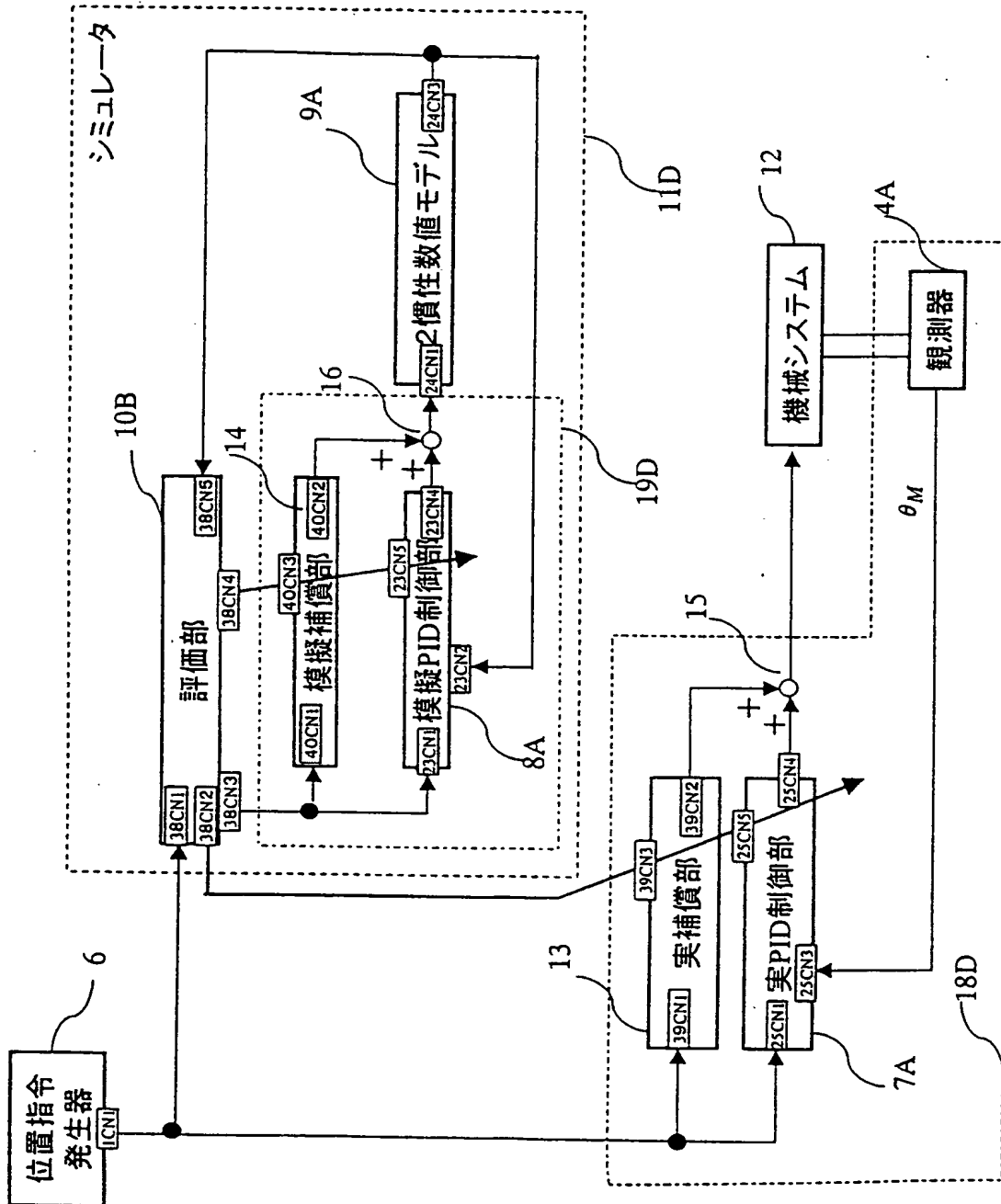


図 29

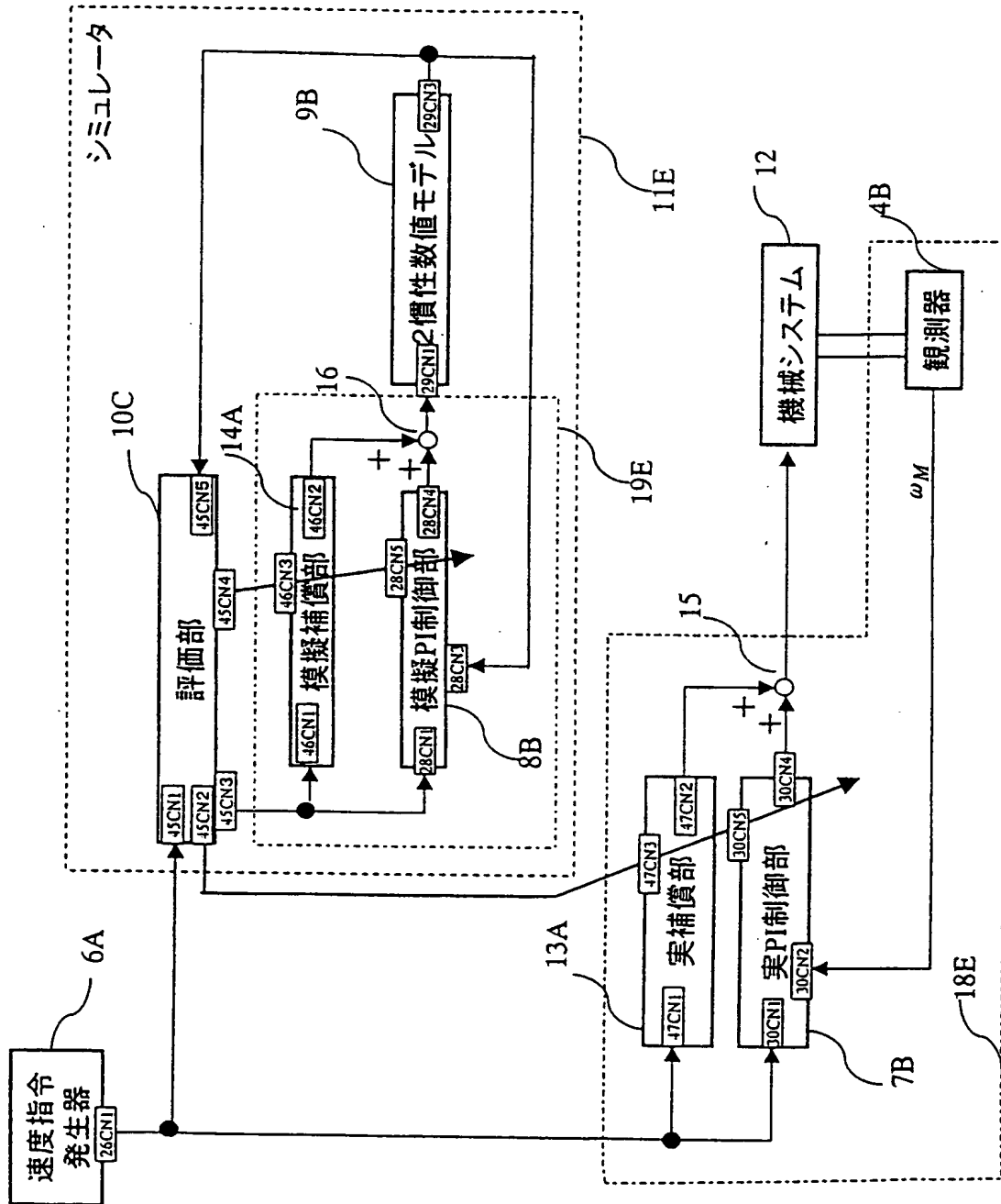


図 30

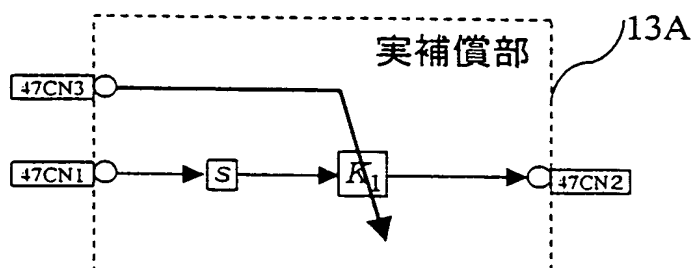


図 31

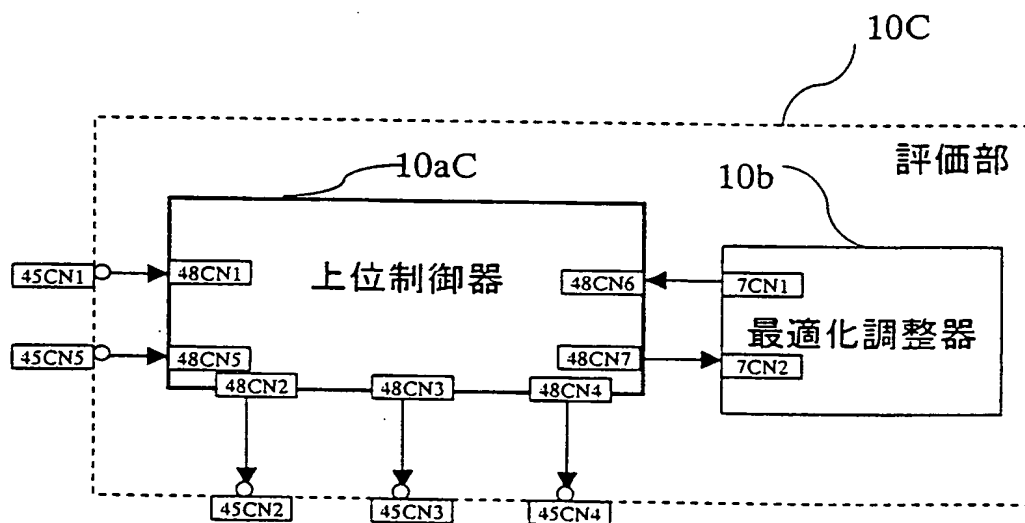


図 3 2

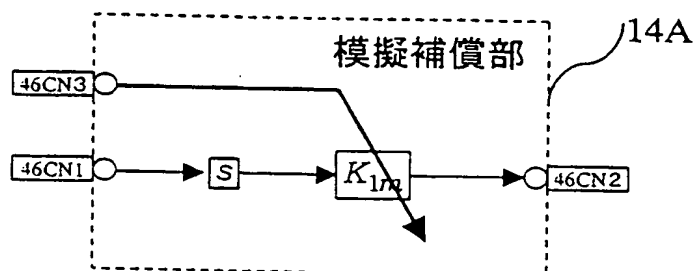


図 3 3

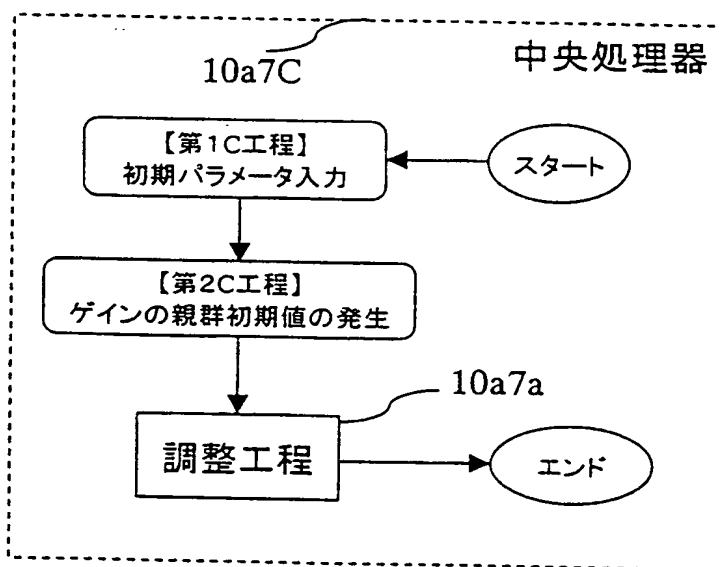


図 34

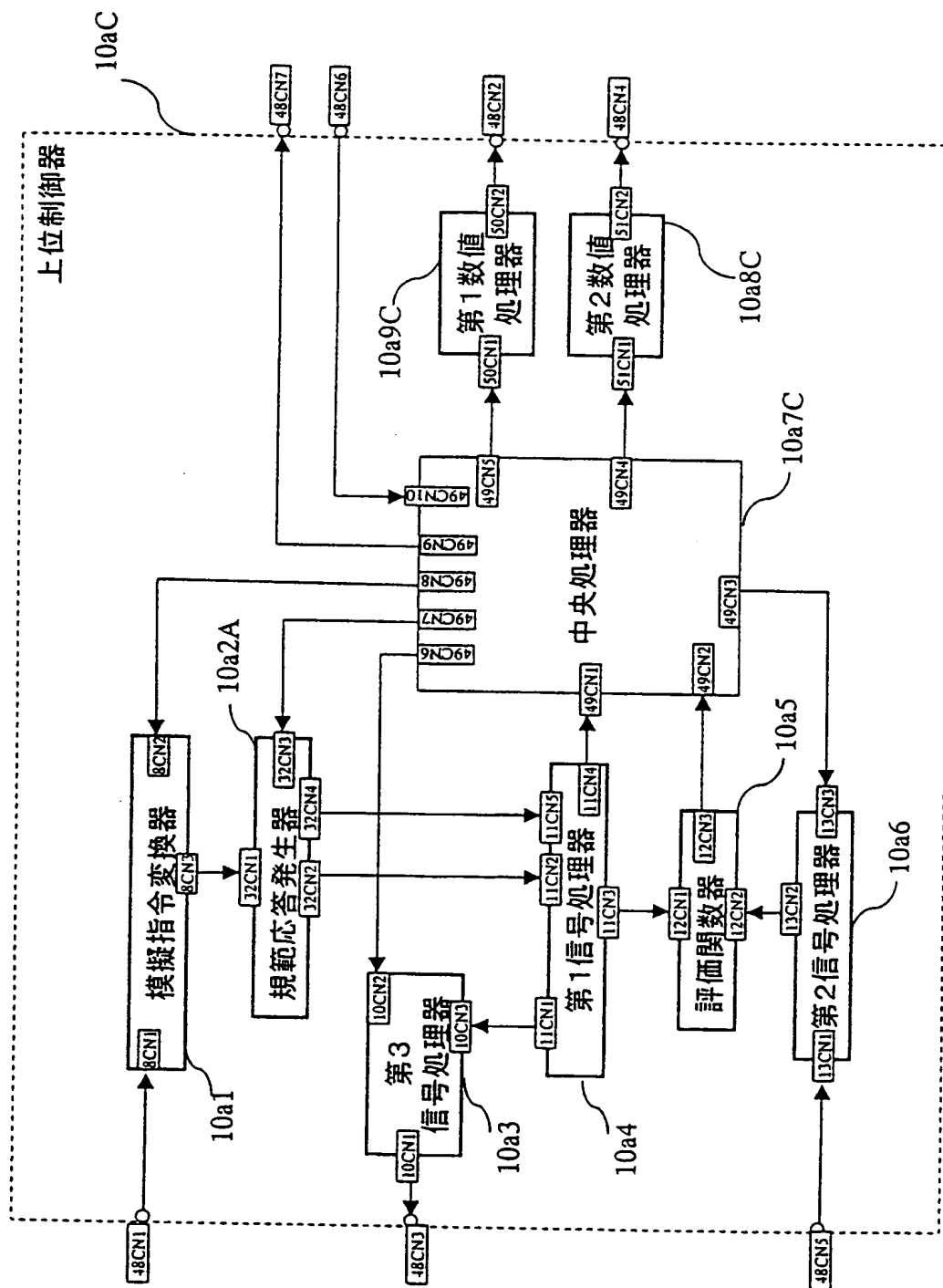


図 35

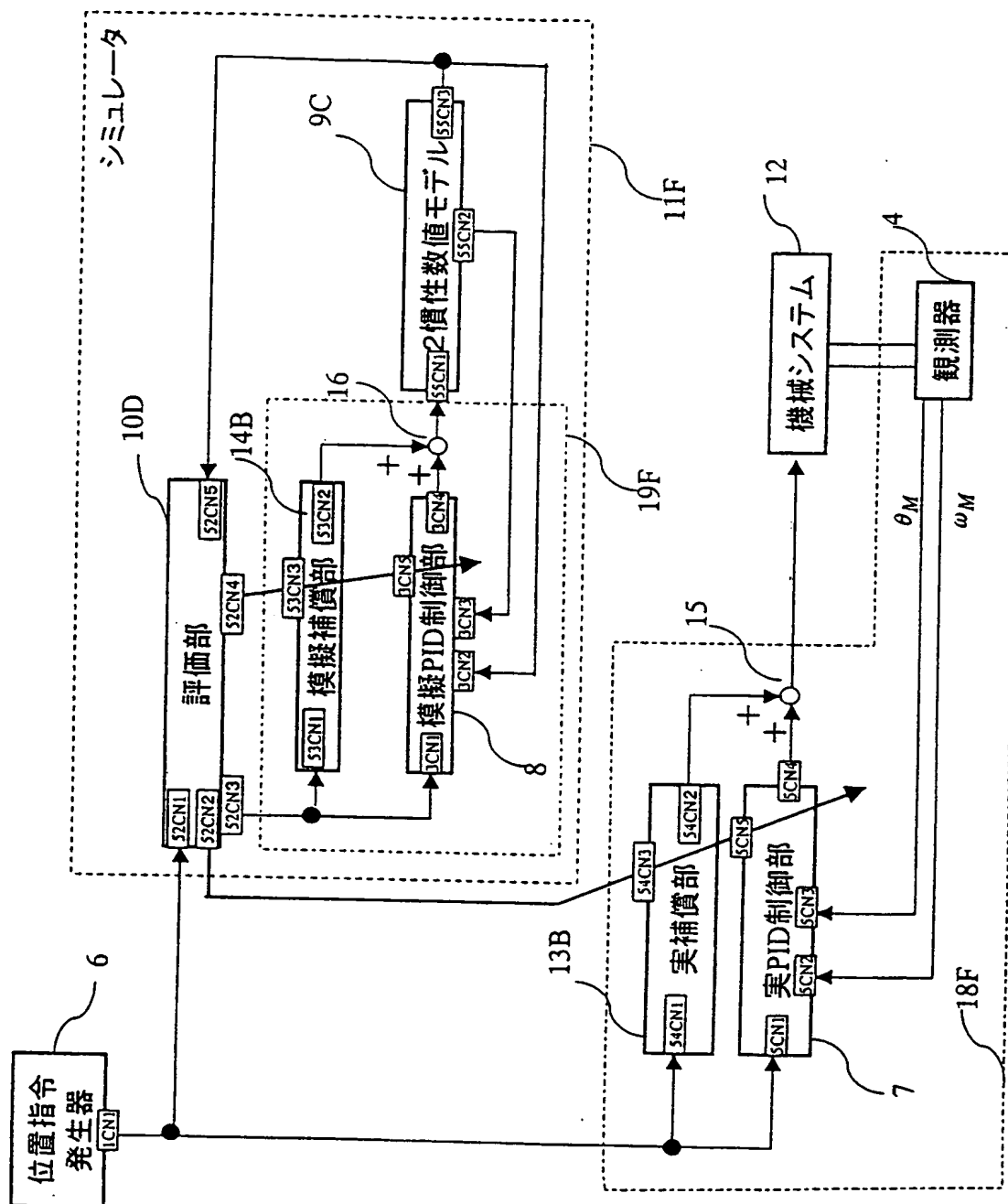


図36

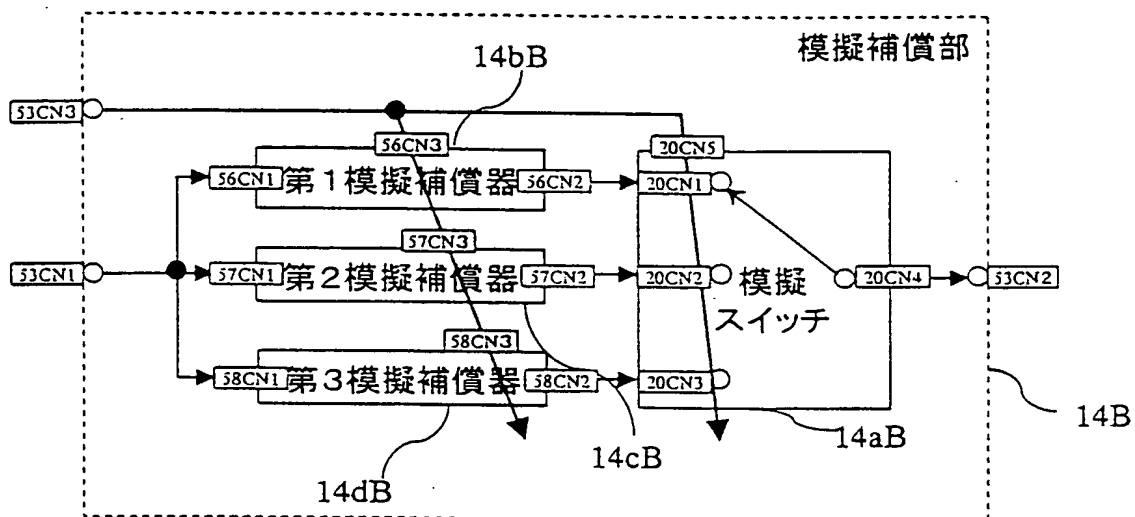


図37

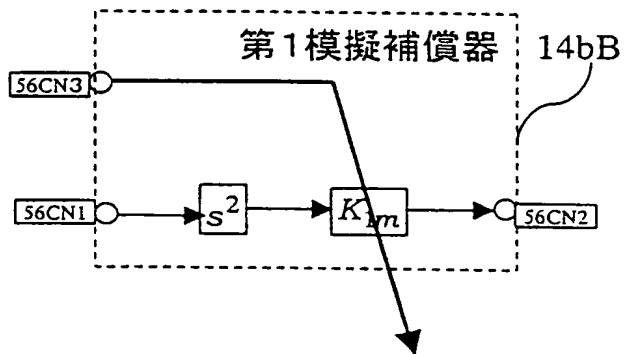


図 38

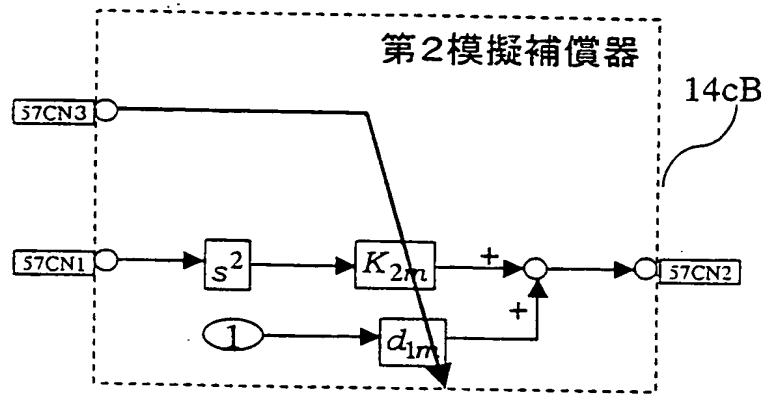


図 39

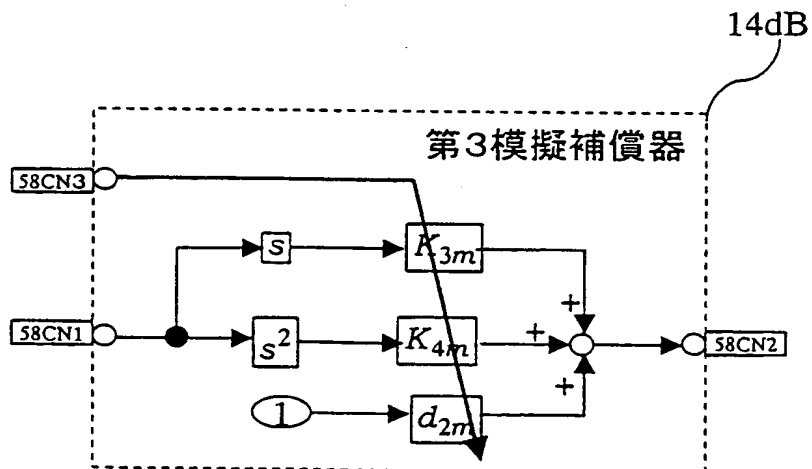


図 4 0

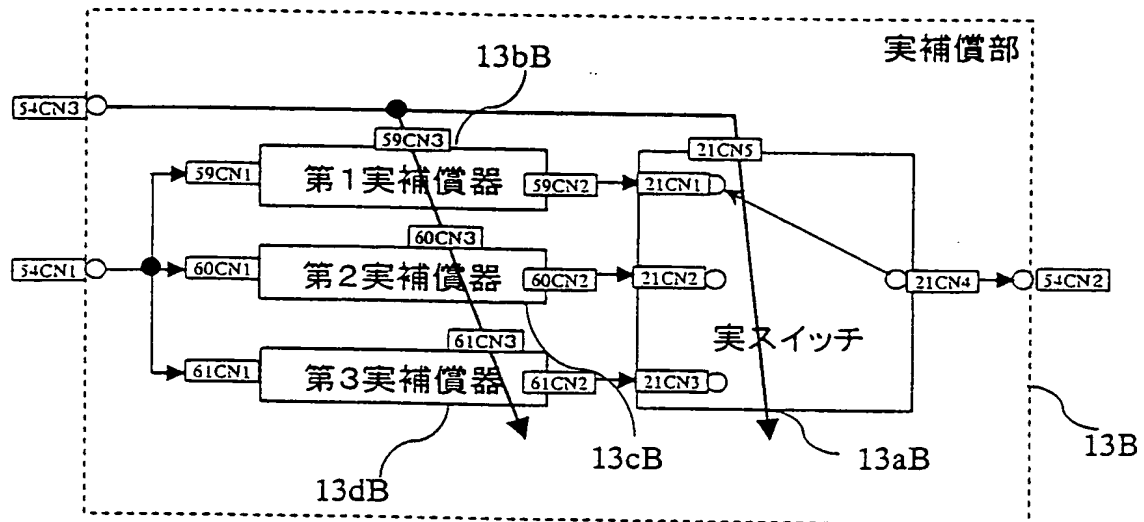


図 4 1

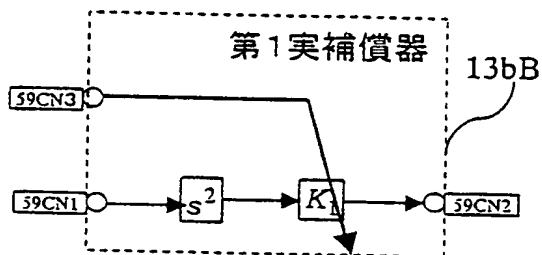


図 4 2

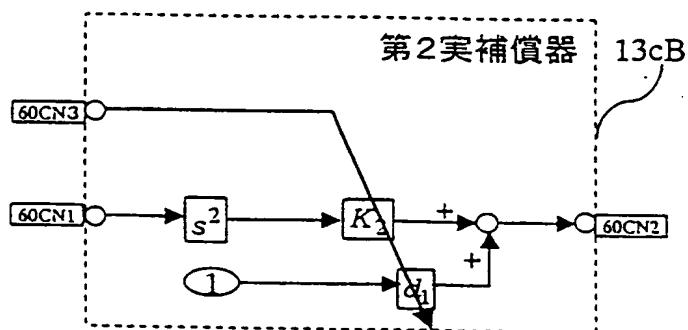


図 4 3

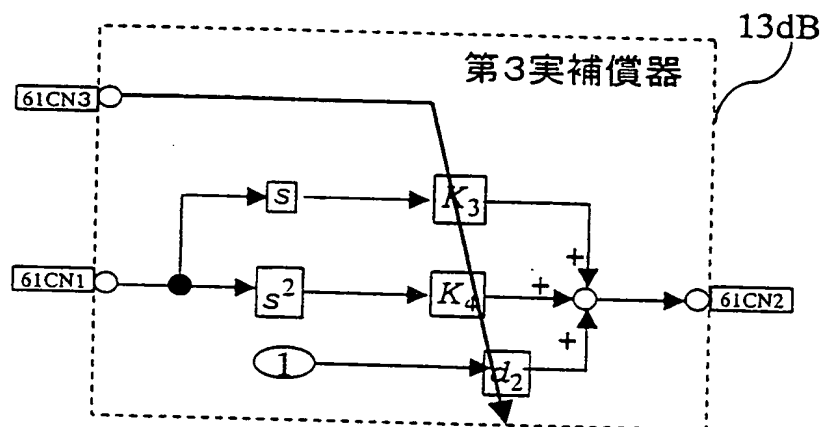


図 4 4

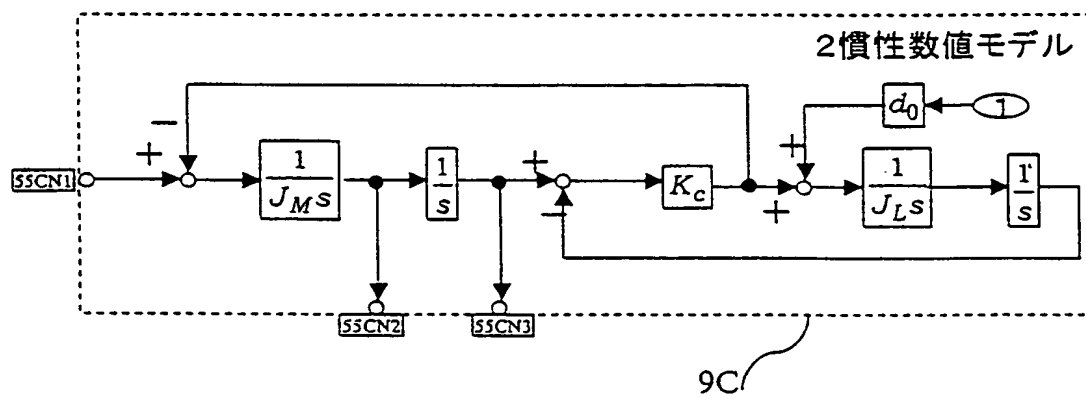


図 4 5

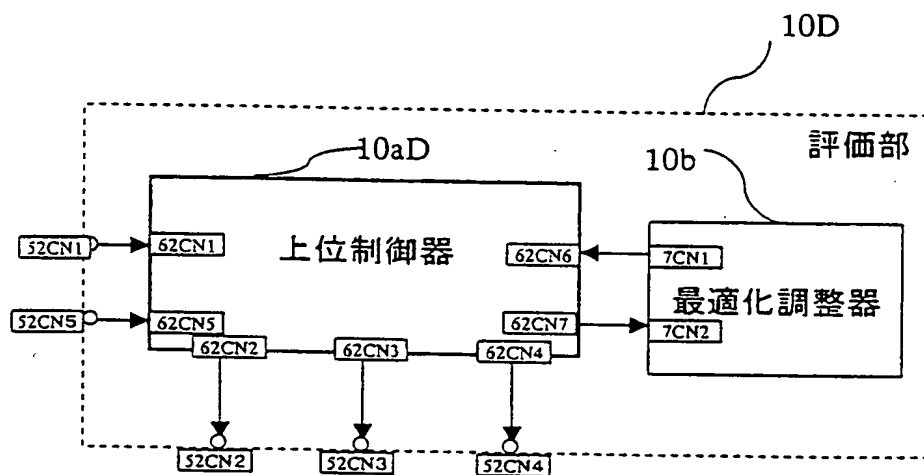


図 4 6

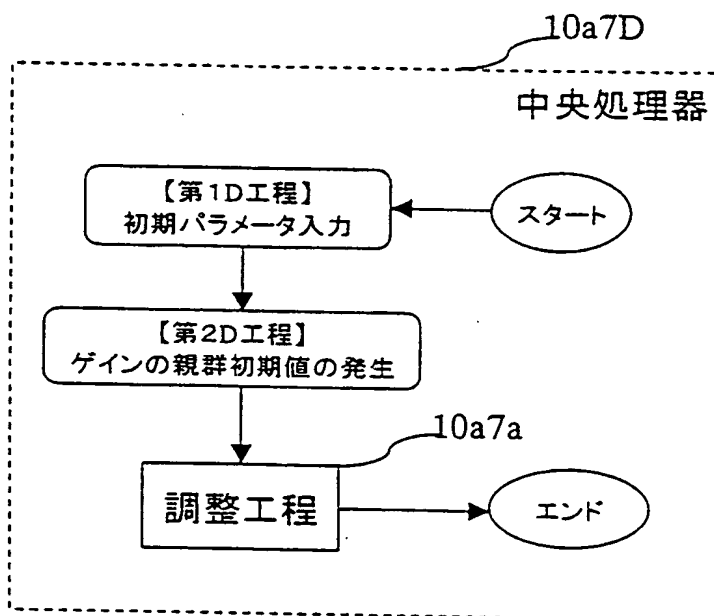


図 4 7

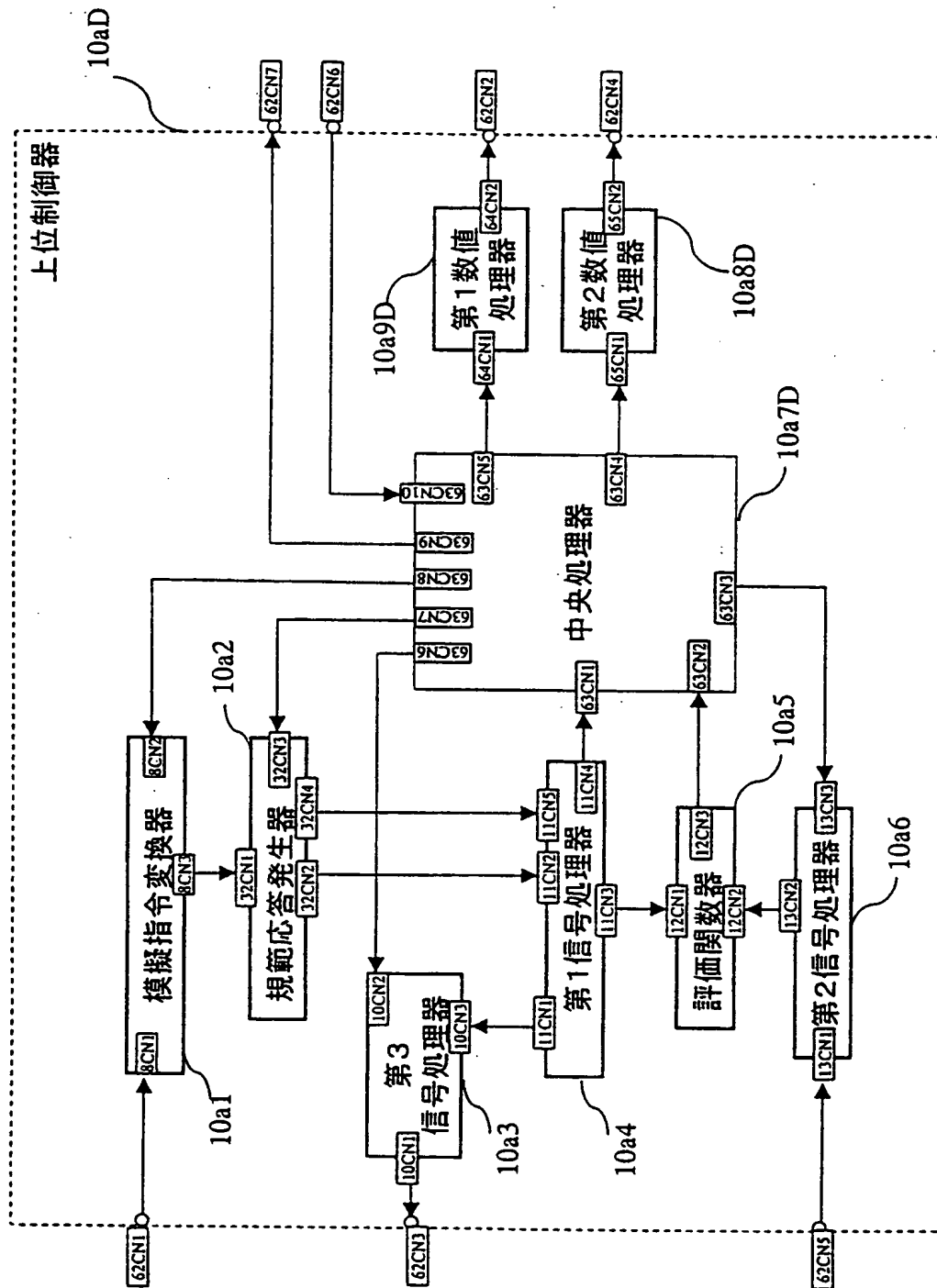


図 48

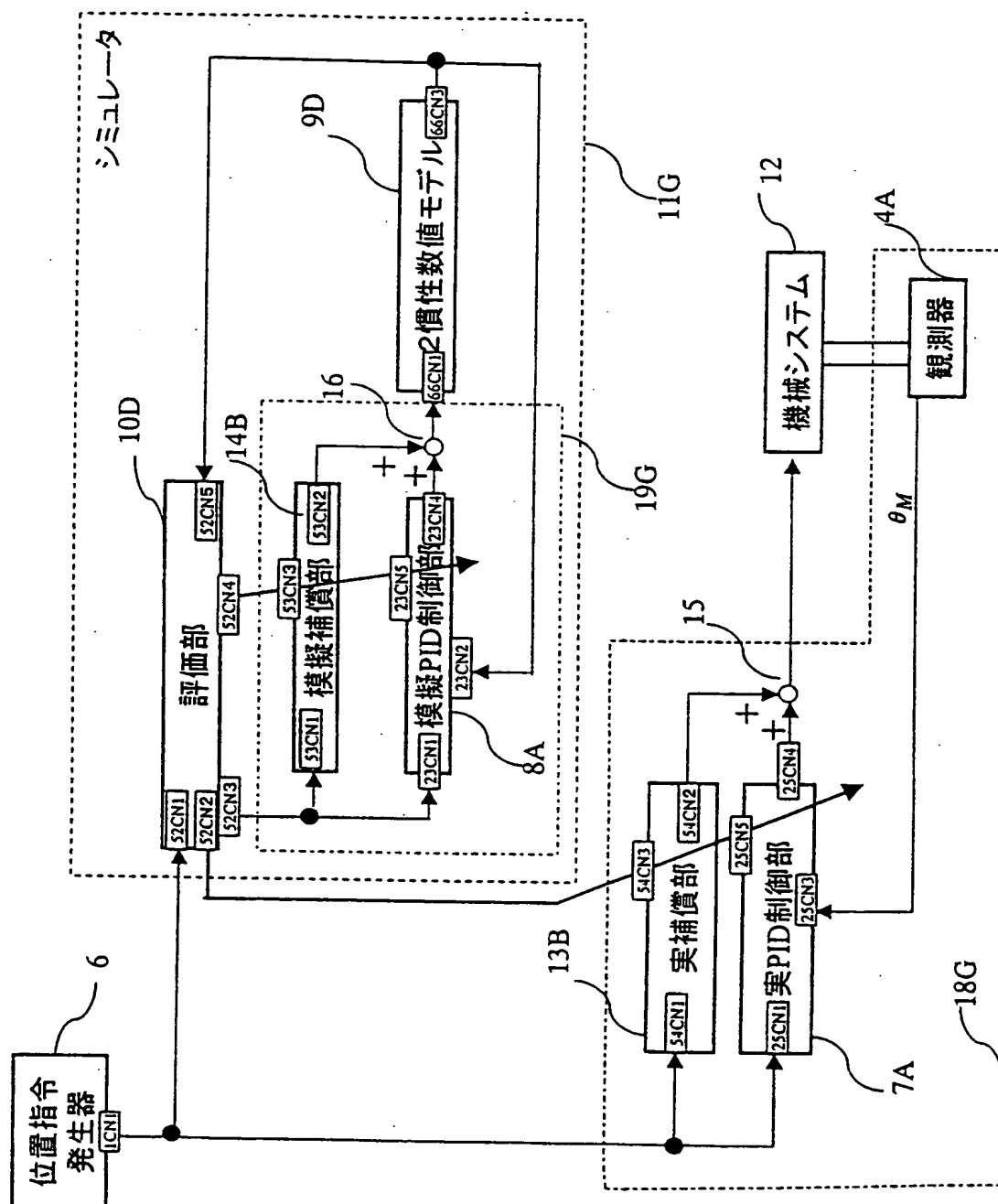


図 49

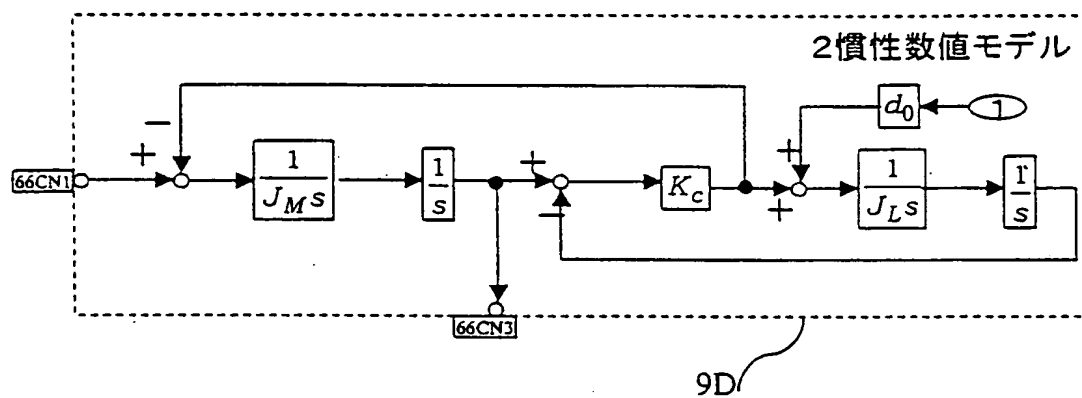


図 50

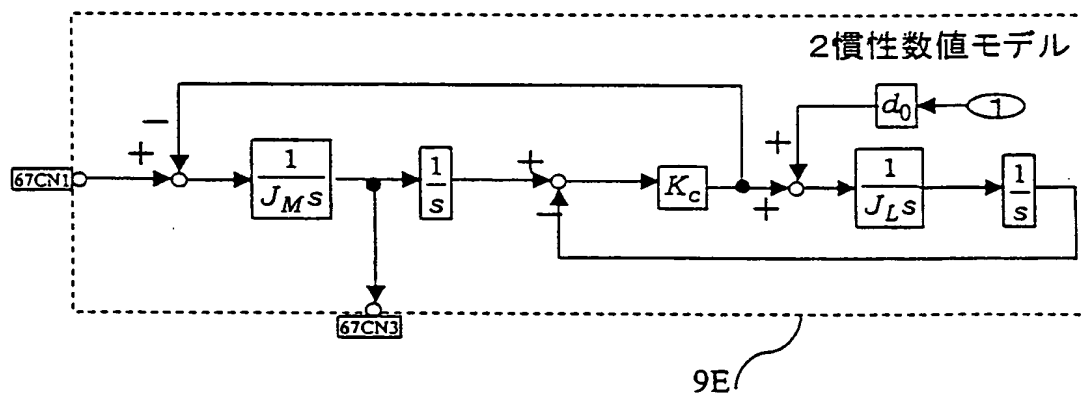


図 51

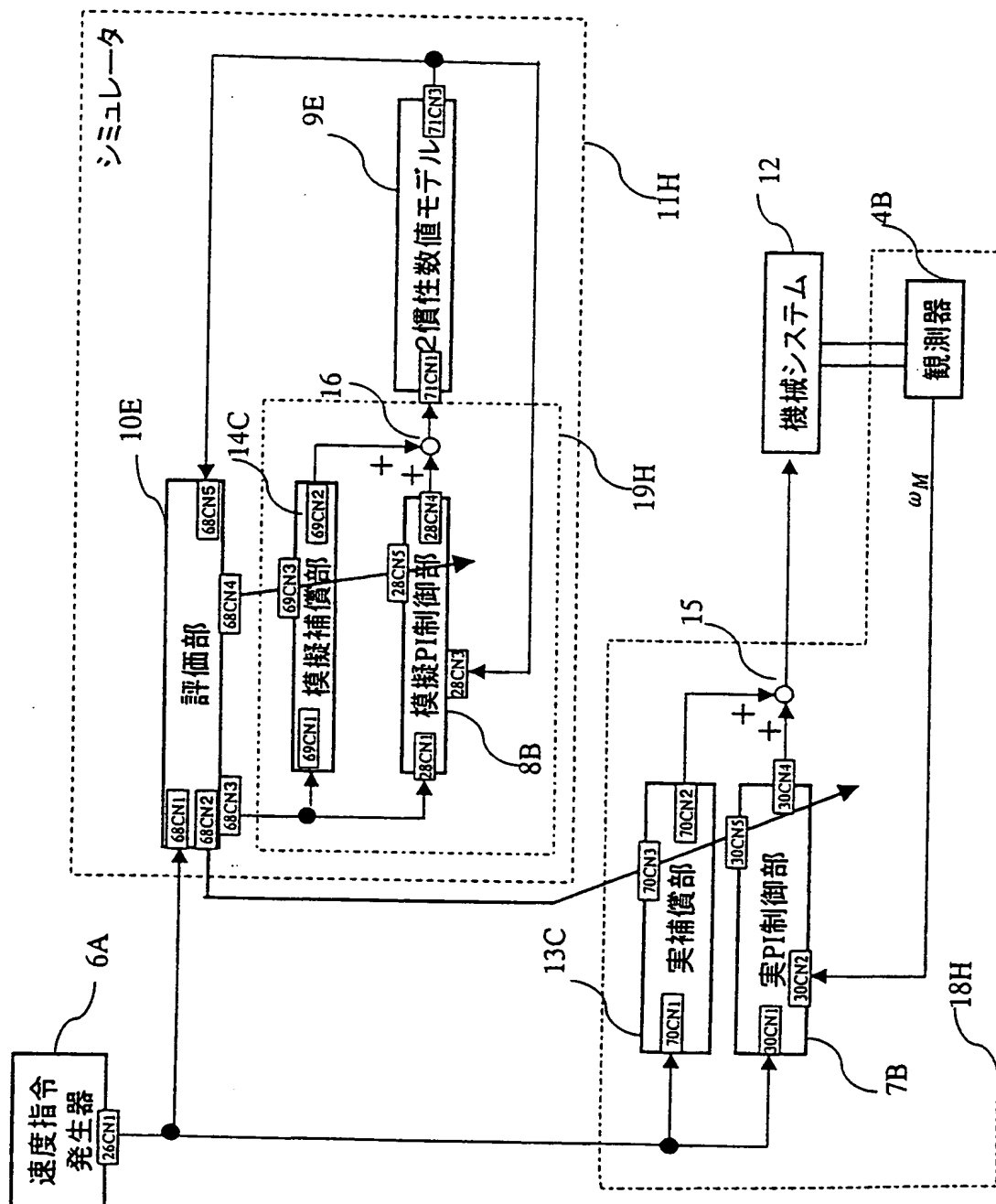


図 5 2

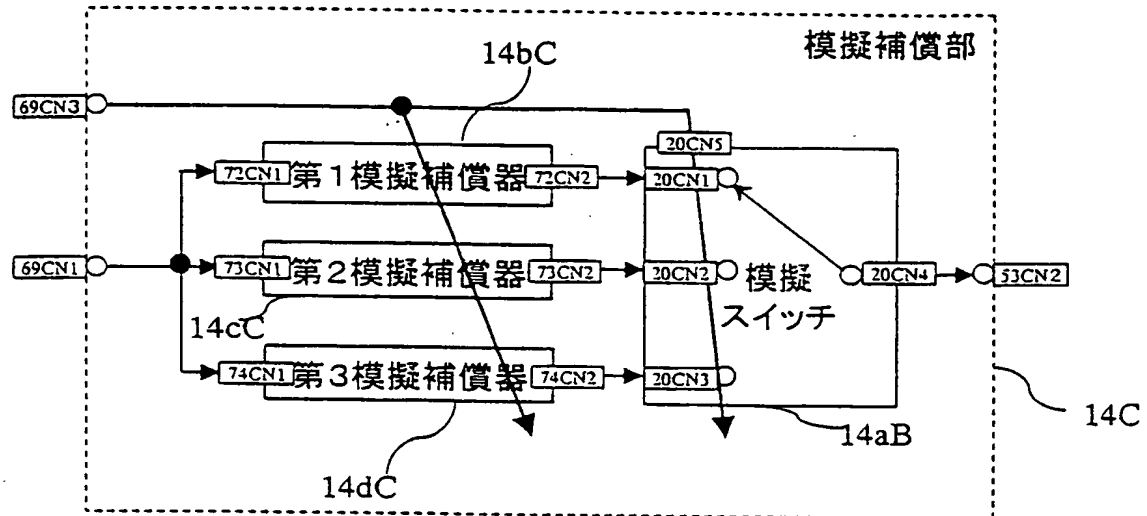


図 5 3

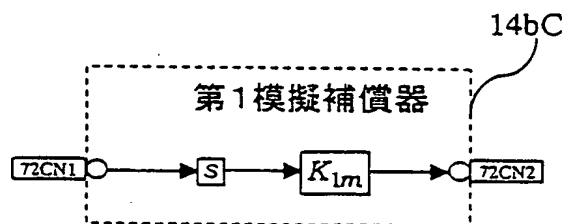


図 5 4

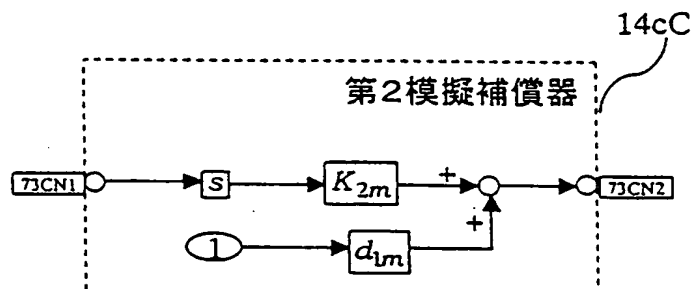


図 5 5

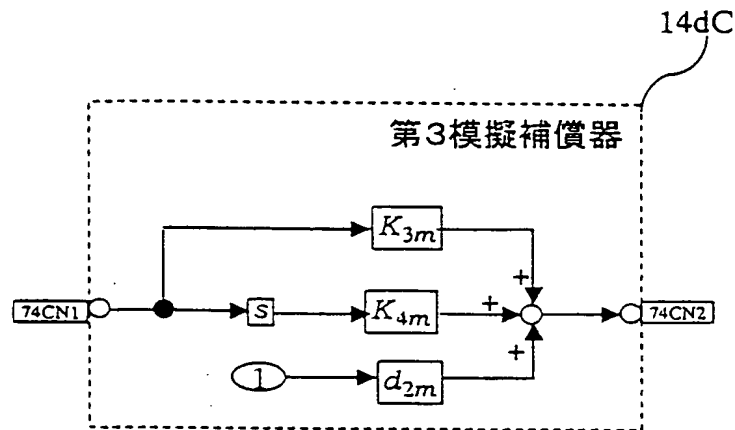


図 5 6

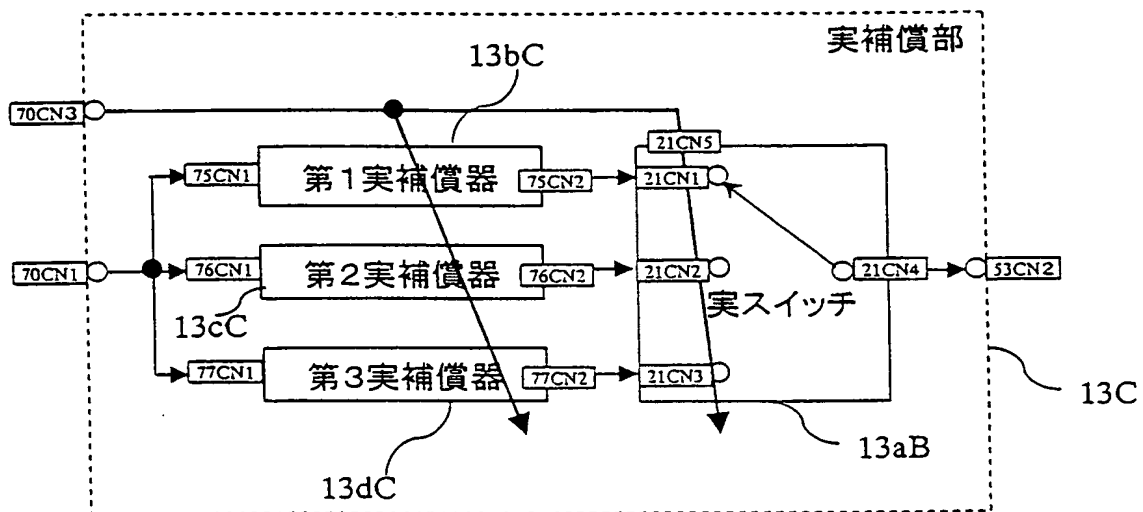


図 5 7

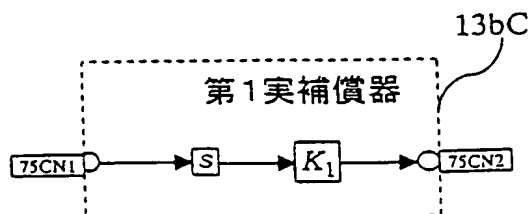


図 58

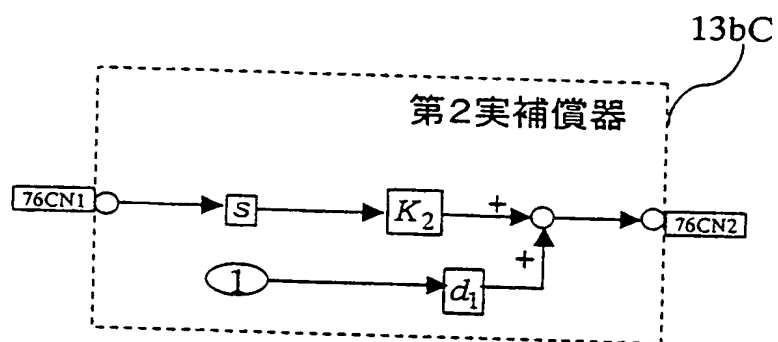


図 59

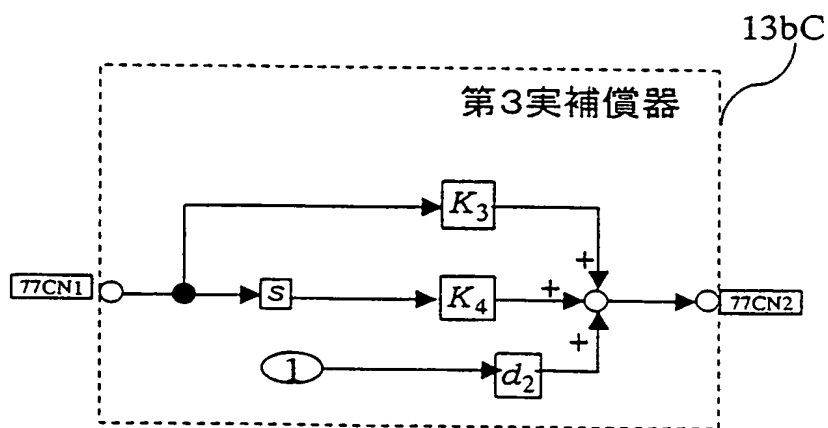


図 60

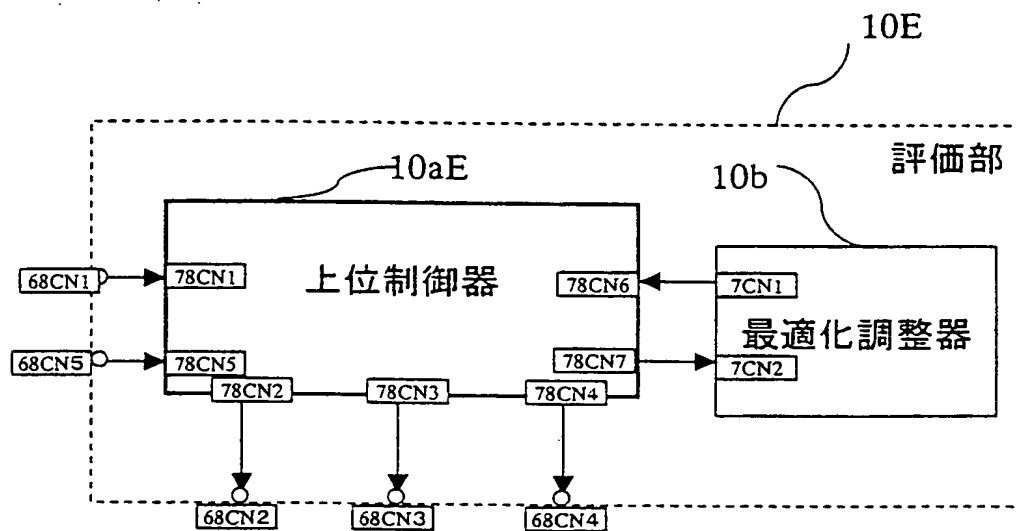


図 61

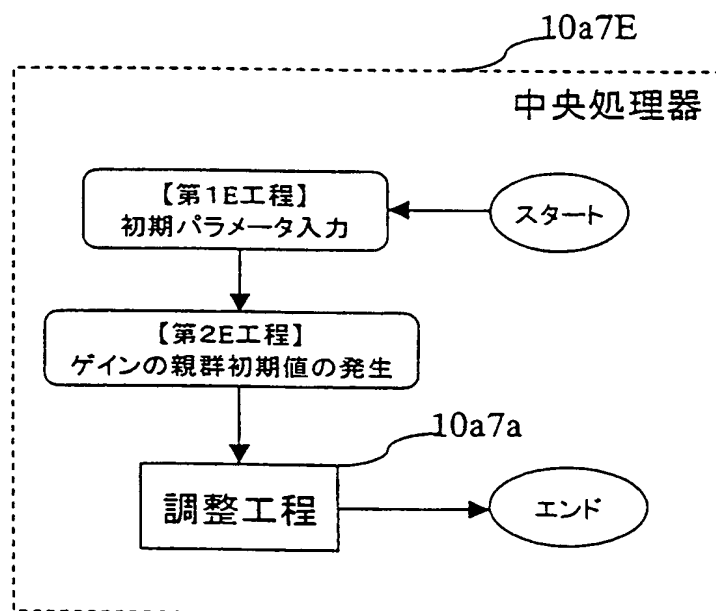


図 6 2

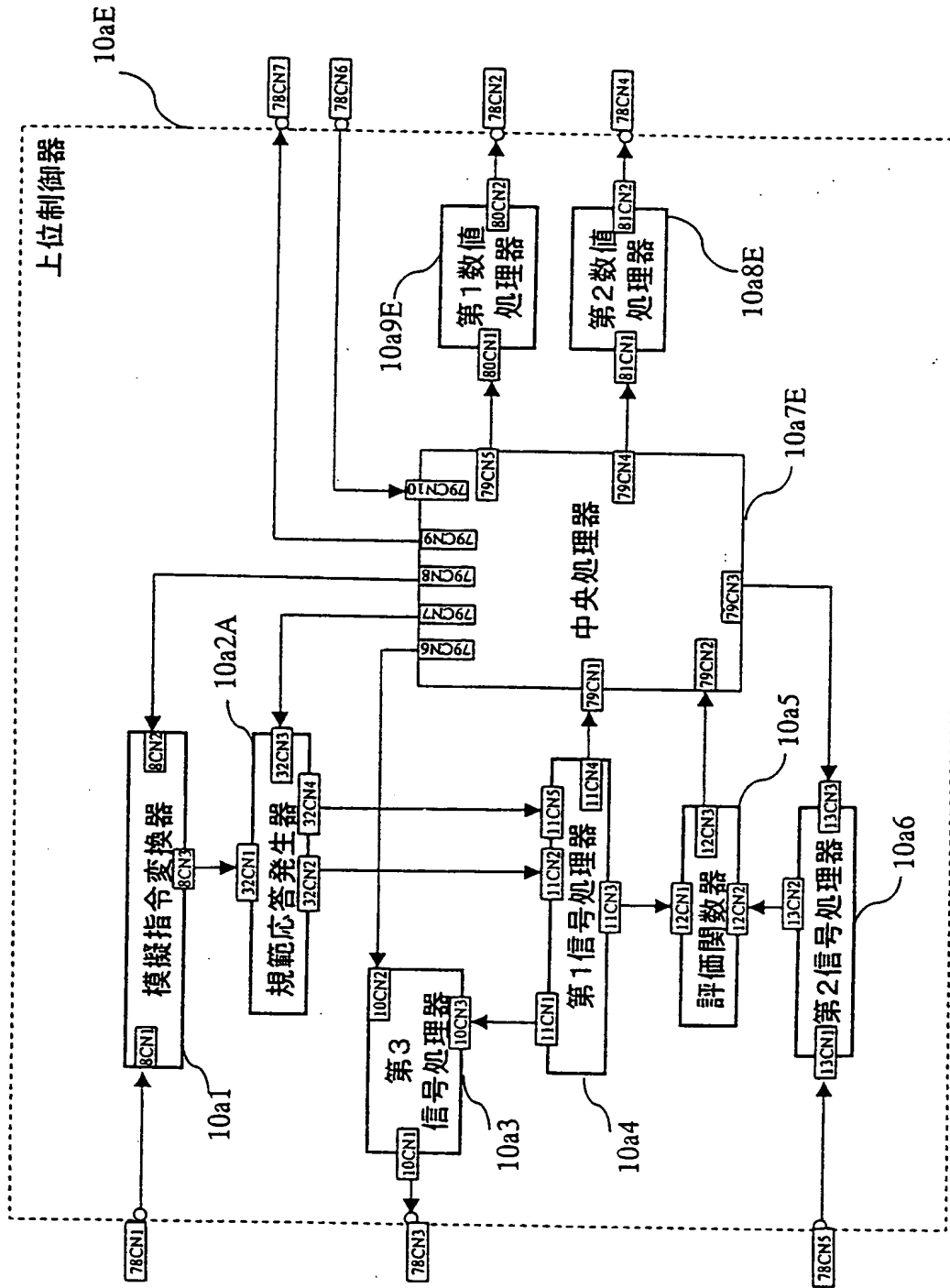


図 6 3

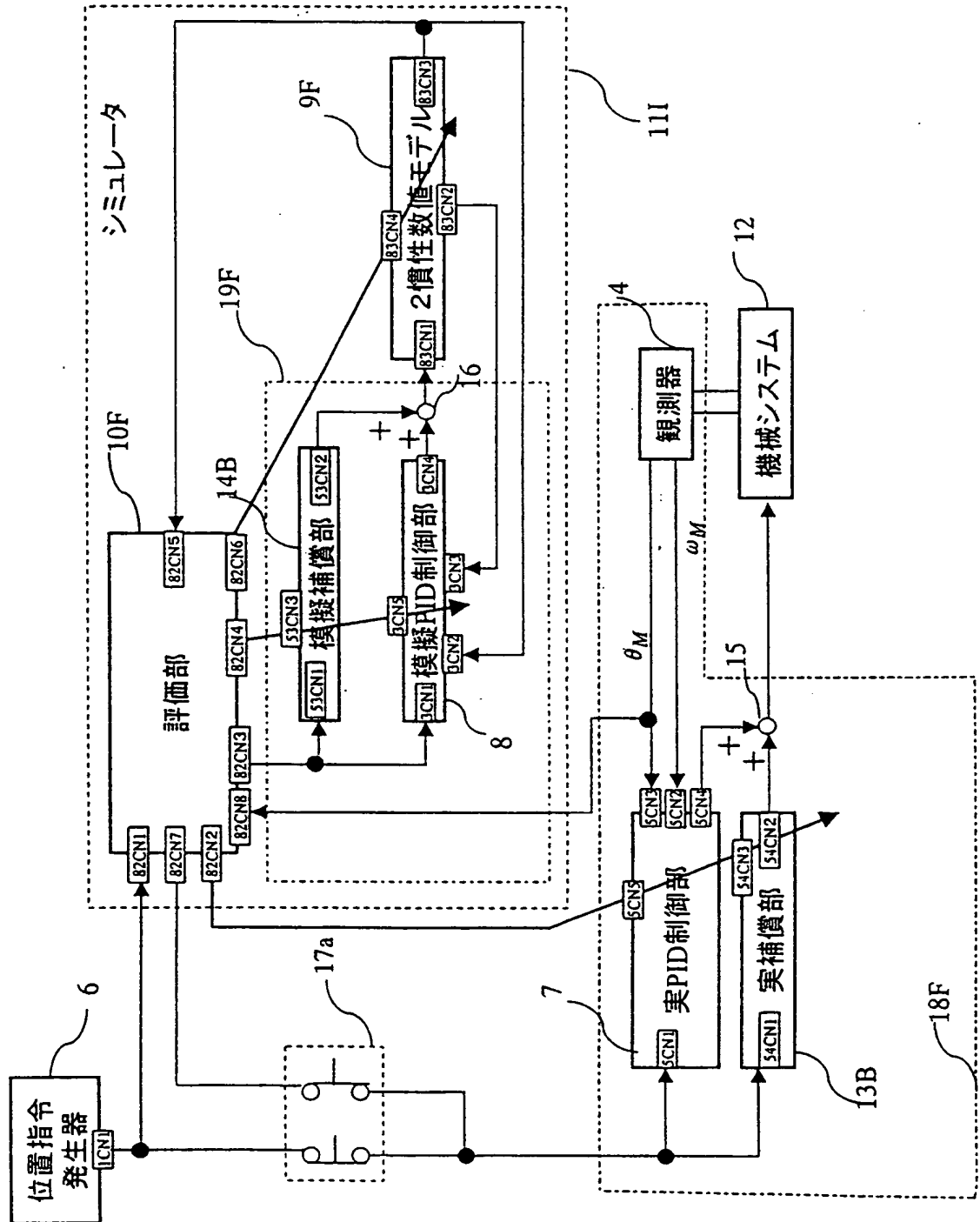


图 6-4

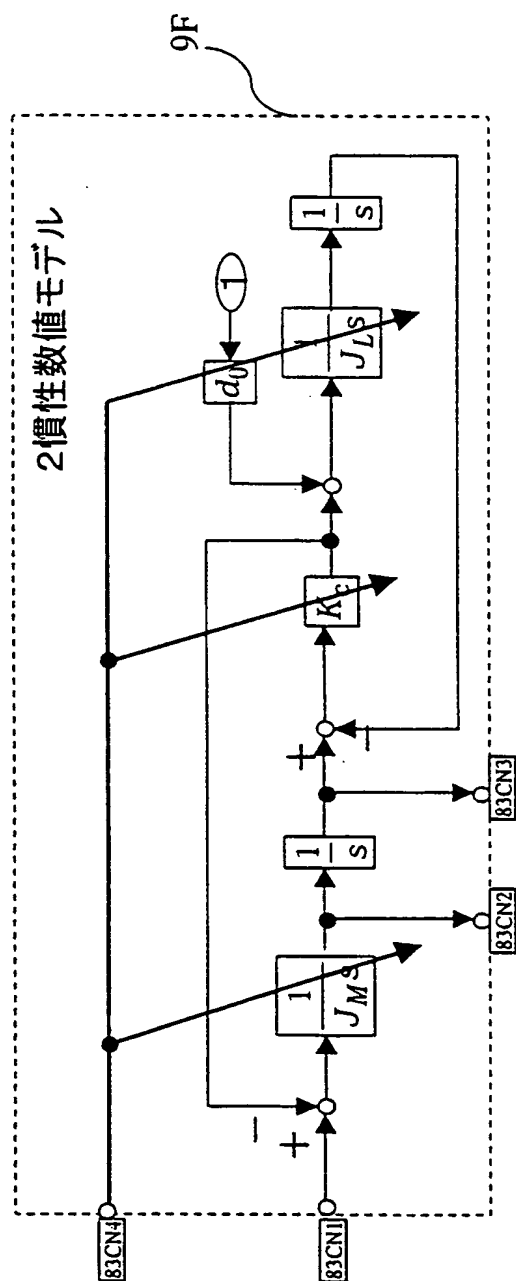


図 65

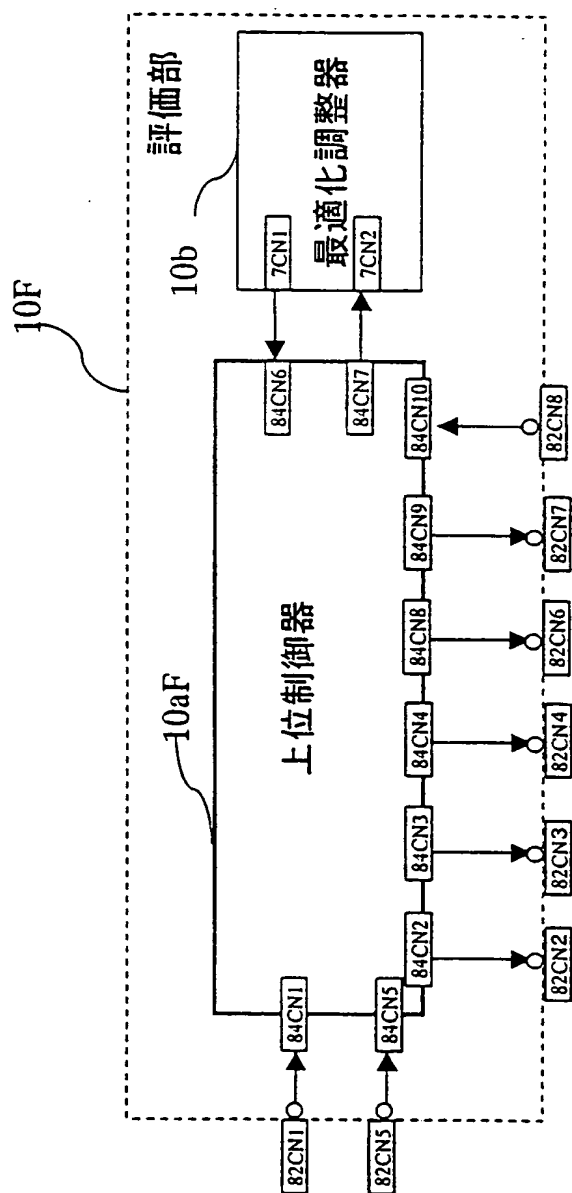


図 66

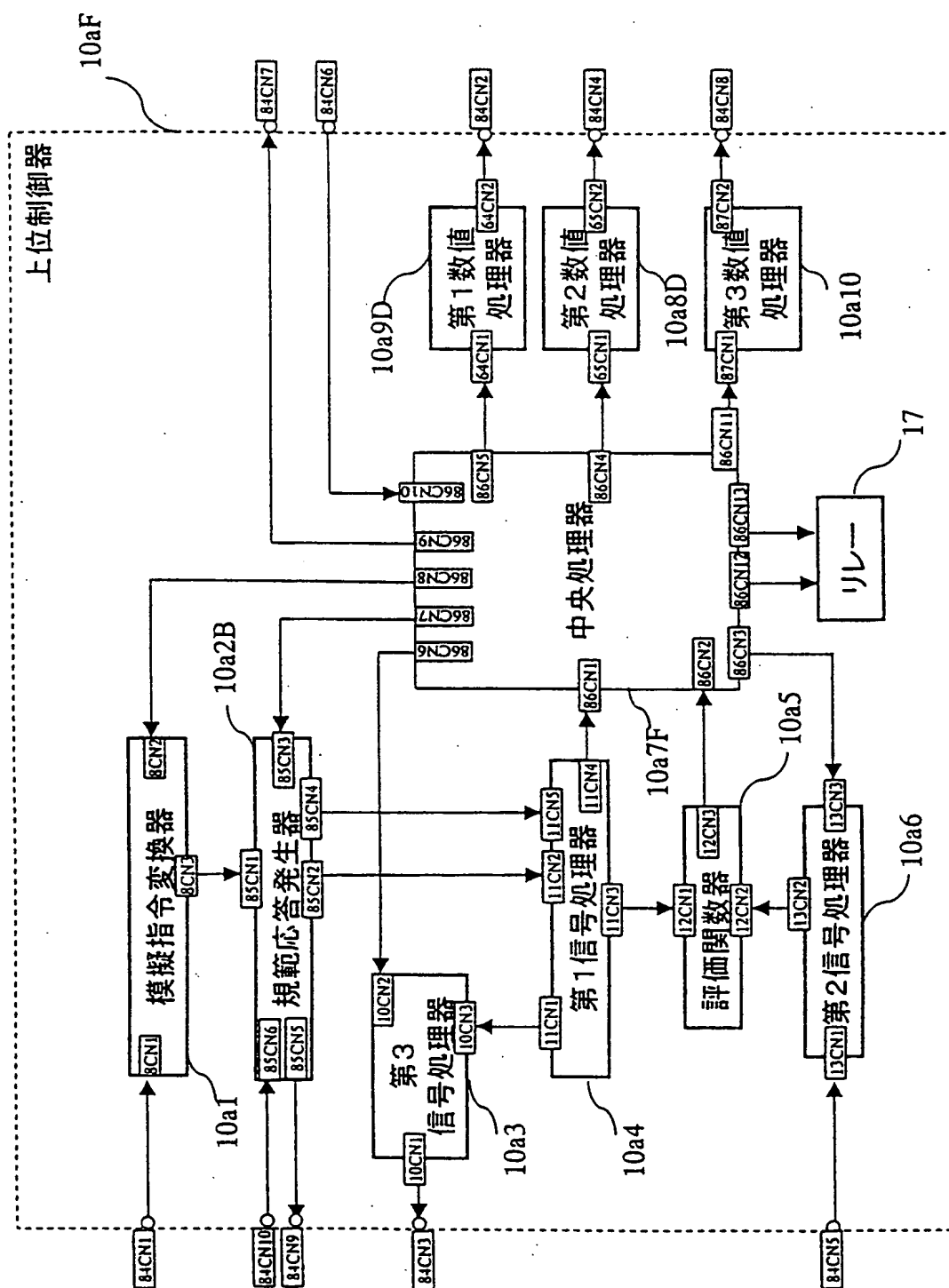


图 6-7

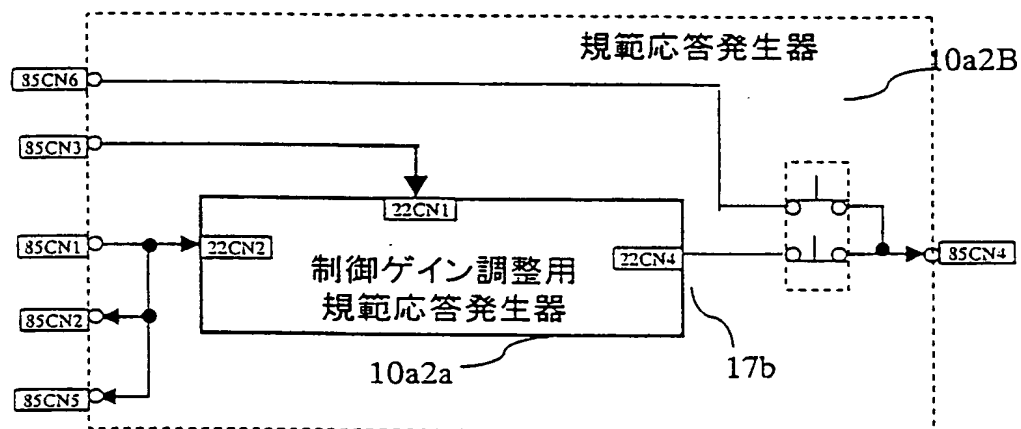


图 6 8

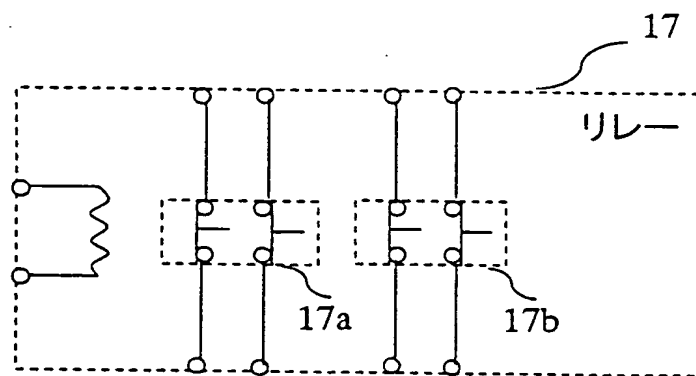


図 69

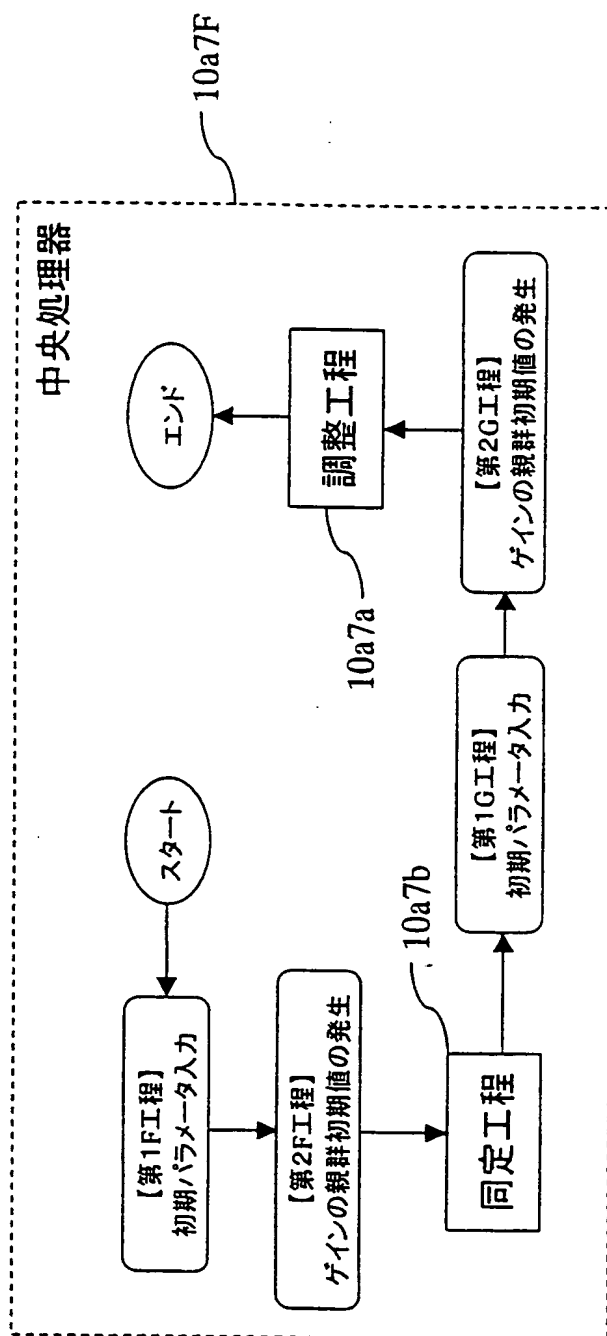


図 70

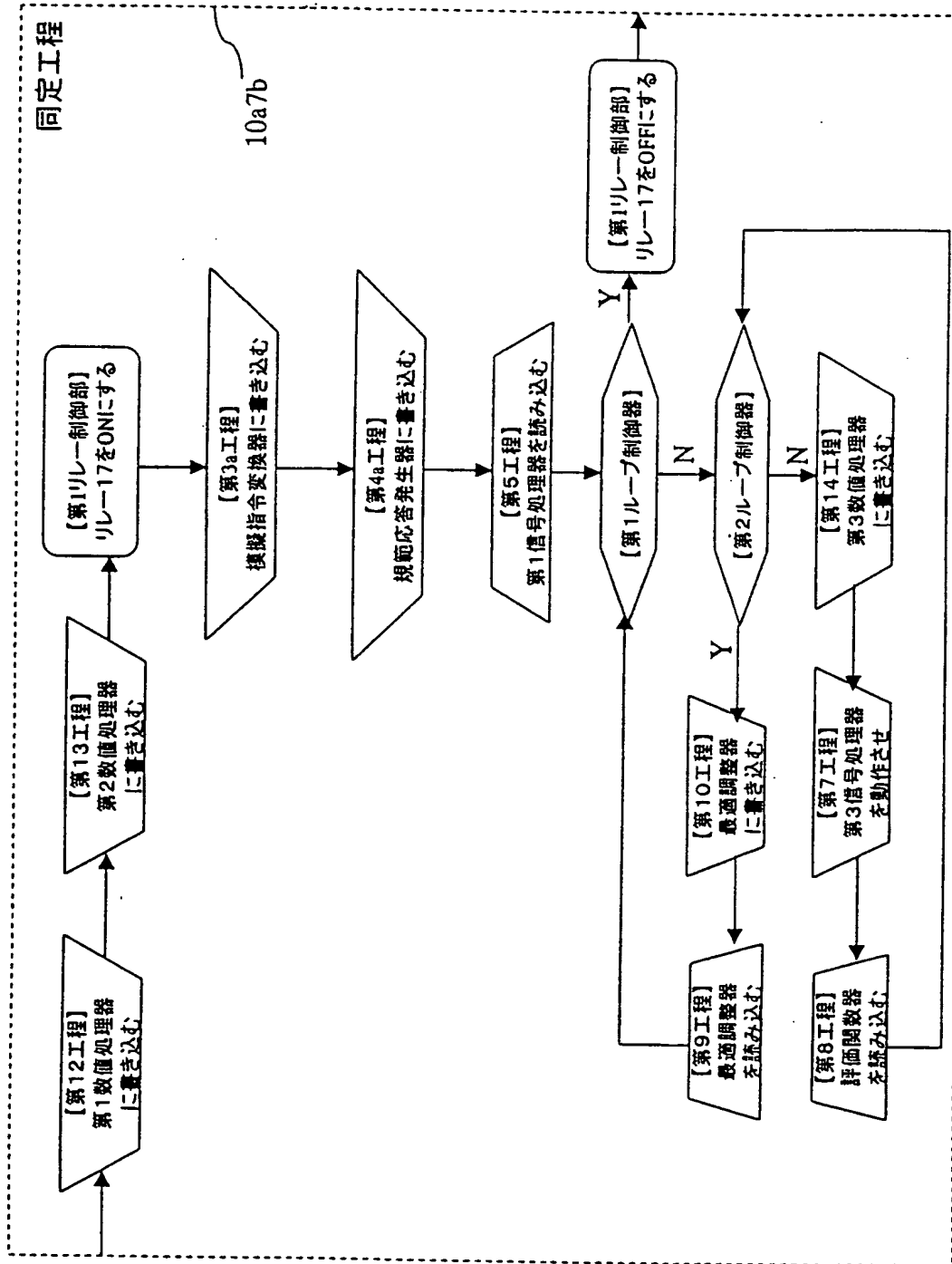


図 71

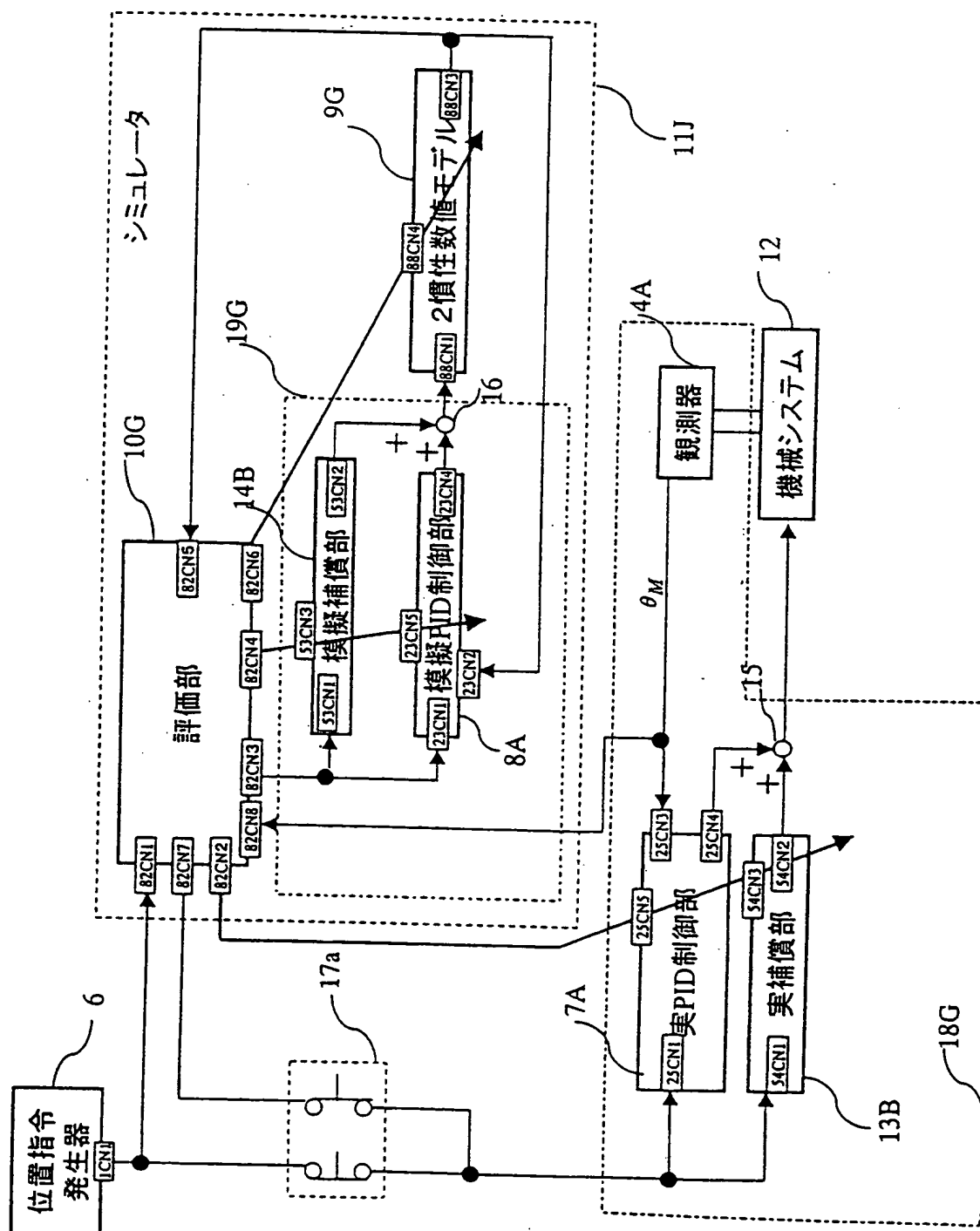


図 7 2

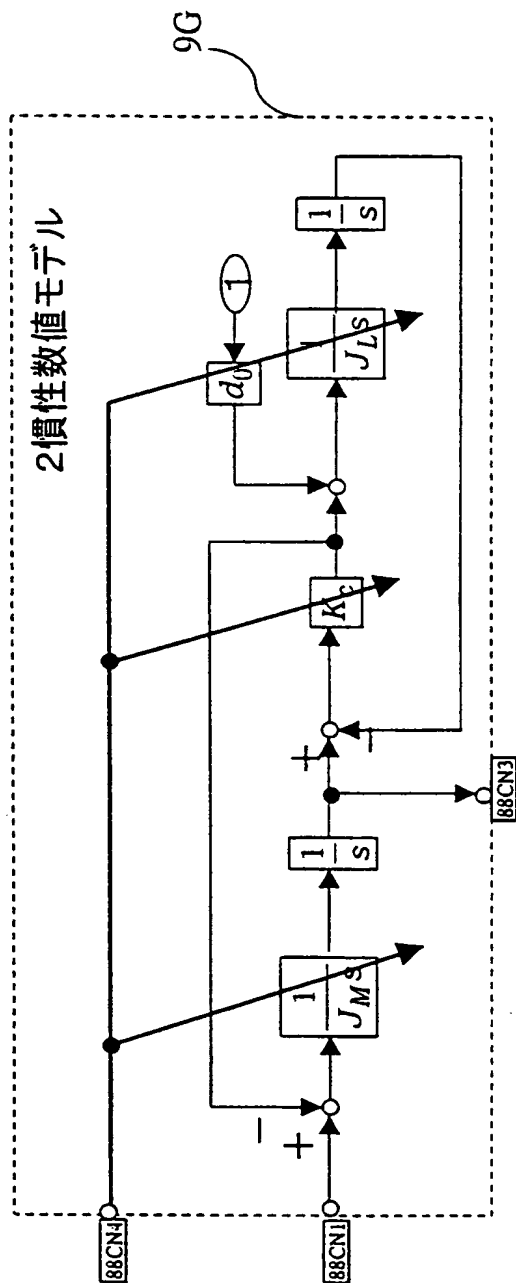


図 7 3

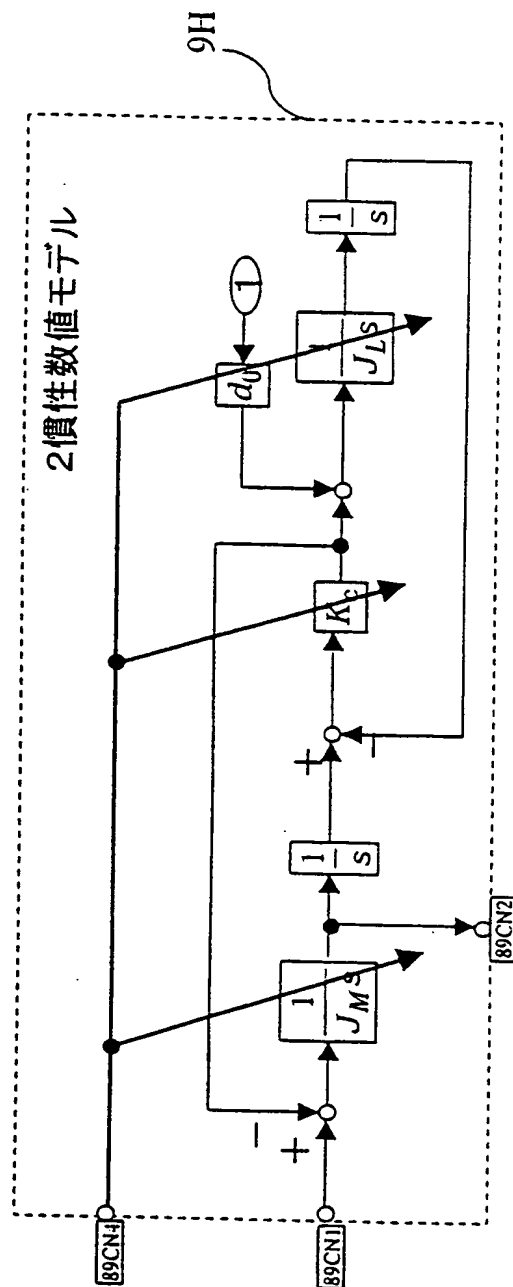


図 74

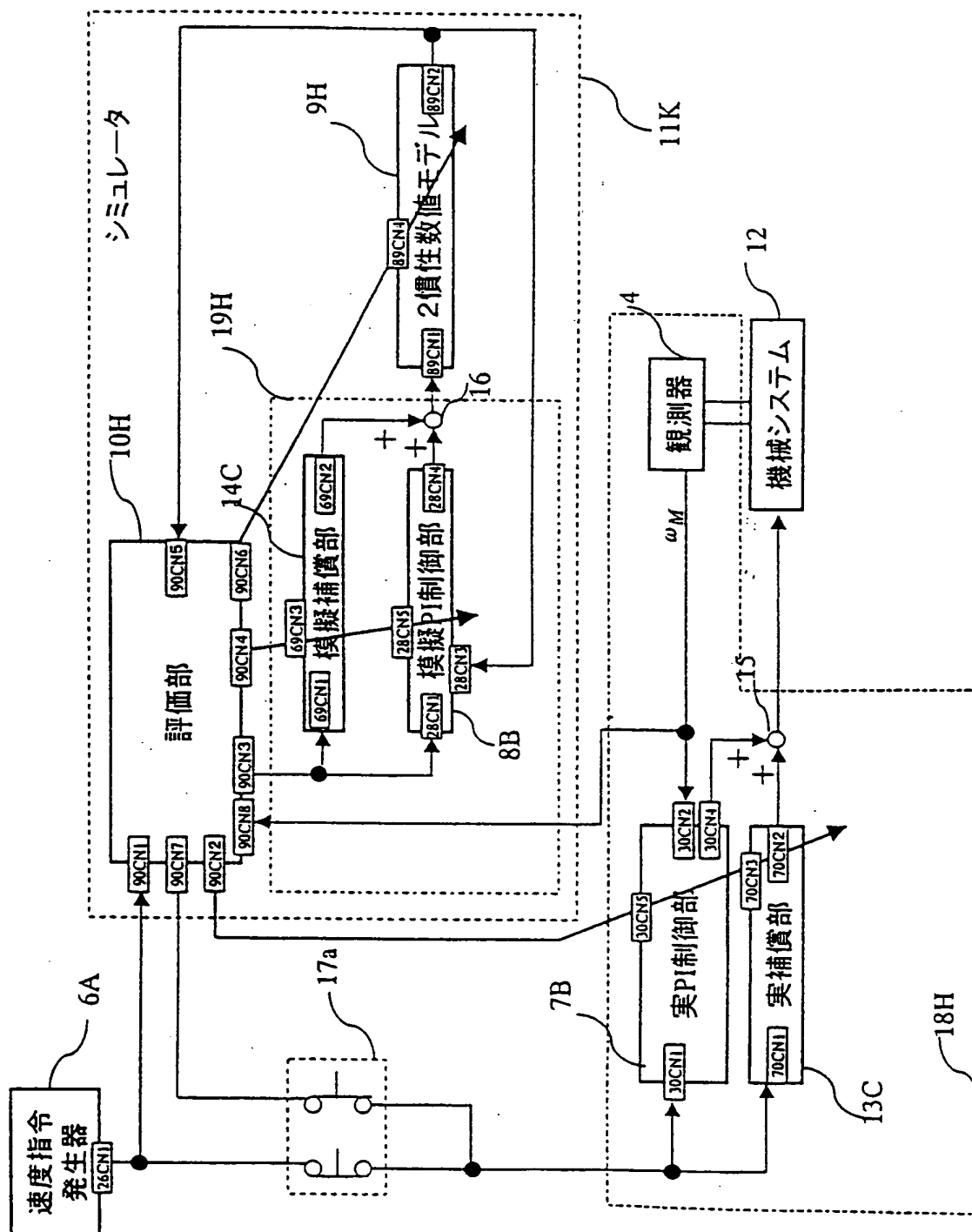


図 7 5

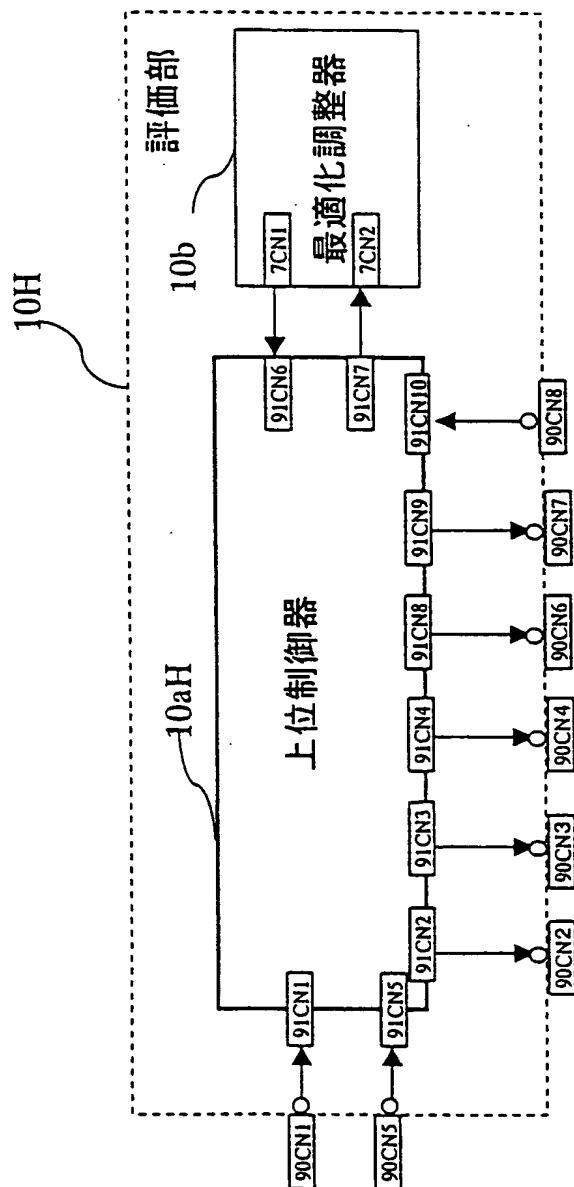


図 76

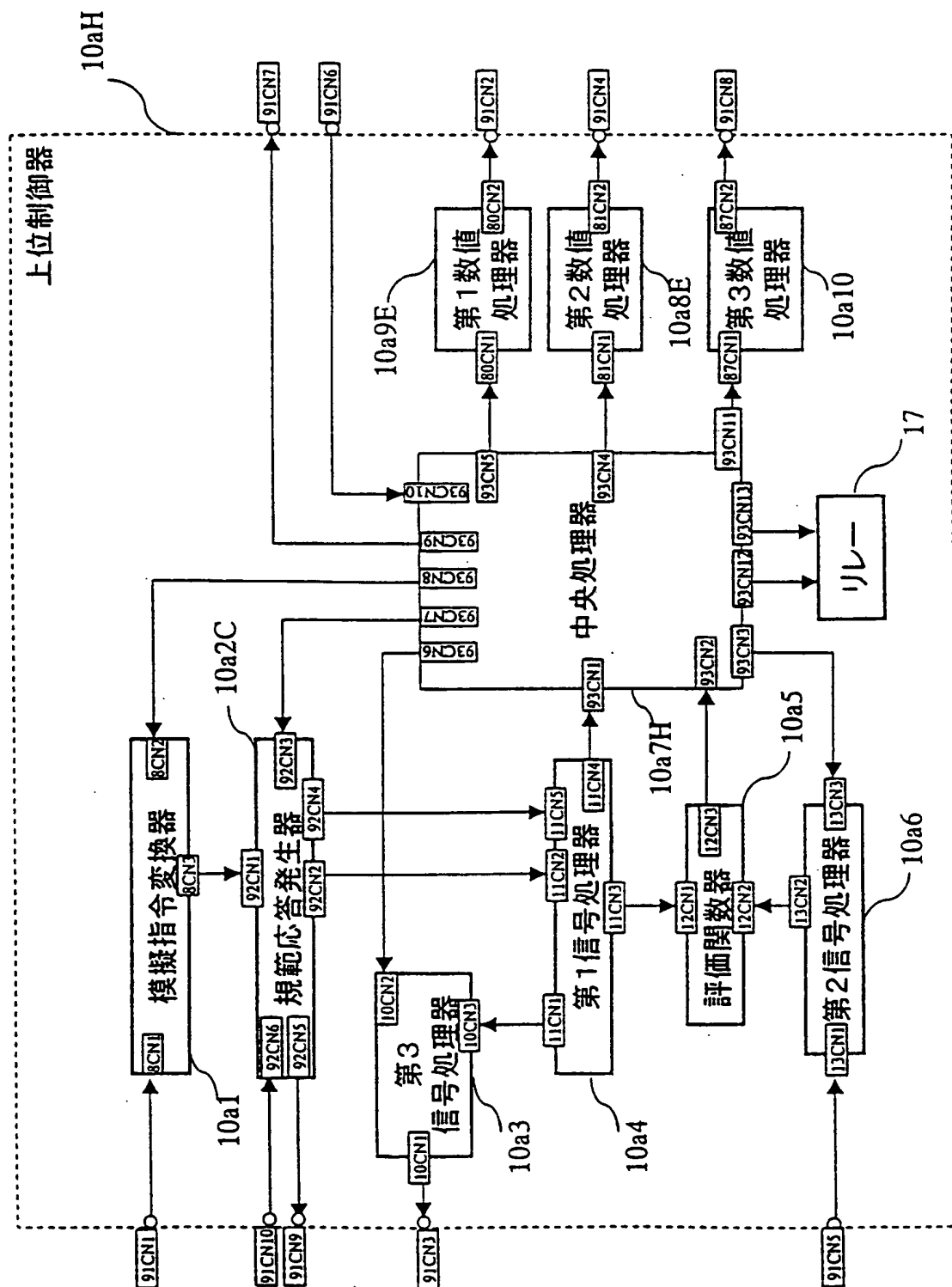


図 77

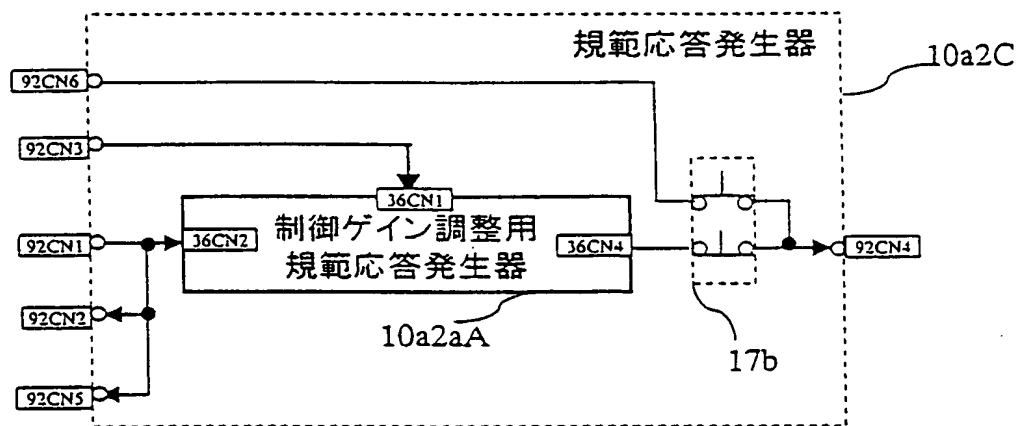


図 78

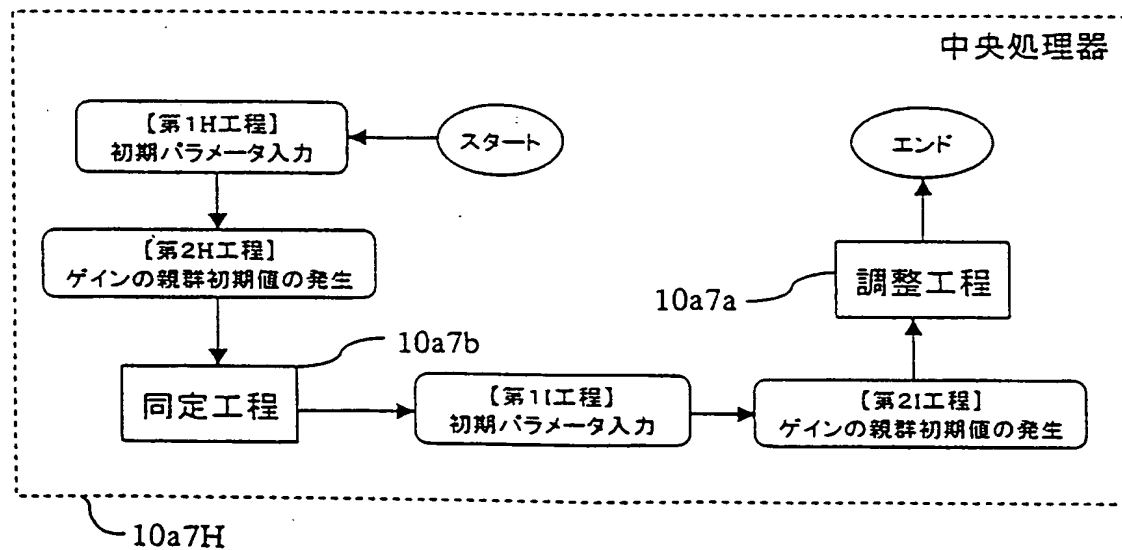
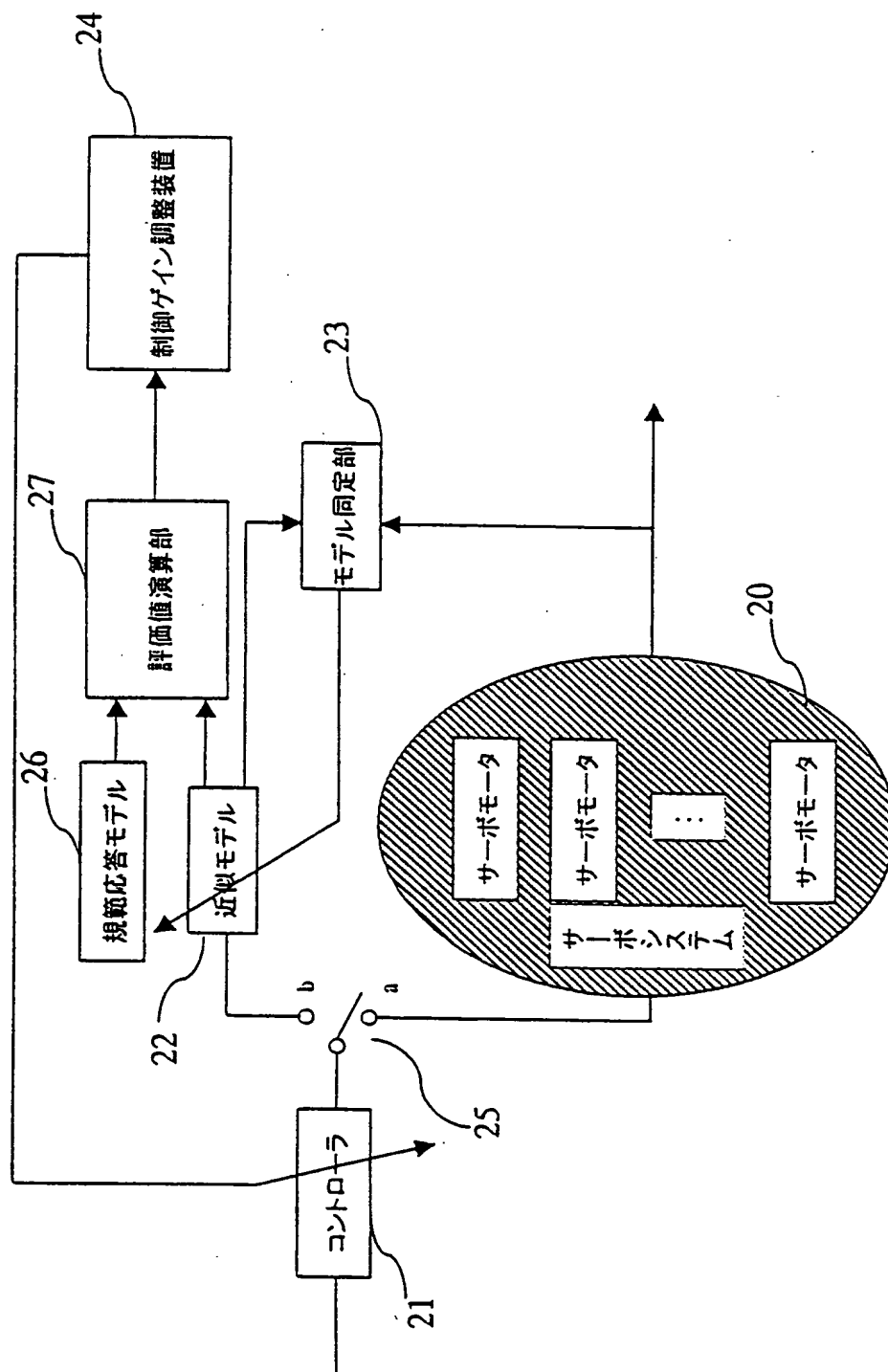


图 79



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/05064

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁶ H02P5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁶ H02P5/00, G05B13/02, G05B13/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1926-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-1999 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-1999 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-1999 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X | JP, 4-325886, A (Mitsubishi Electric Corporation), 16 November, 1992 (16.11.92), column 3, line 6 to column 4, line 13; Fig. 1 (Family: none) | 1-5, 12-15 |
| Y | | 6-11, 13-15 |
| X | JP, 3-268103, A (Mitsubishi Electric Corporation), 28 November, 1991 (28.11.91), Figs. 1, 4, 5; page 3, upper right column, lines 1-2 (Family: none) | 1-5, 12 |
| Y | | 6-11, 13-15 |
| Y | JP, 07-213088, A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 11 August, 1995 (11.08.95), Fig. 6; column 11, lines 2-9 | 6-11, 13-15 |
| A | US, 5455763, A (Jean Feingold), 03 October, 1995 (03.10.95), Fig. 2 & EP, 605304, A2 | 1-15 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 December, 1999 (21.12.99)Date of mailing of the international search report
11 January, 2000 (11.01.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 99/05064

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H02P5/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02P5/00, G05B13/02, G05B13/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-1999年

日本国登録実用新案公報 1994-1999年

日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|
| X | J P, 4-325886, A (三菱電機株式会社), 16. 11 月. 1992 (16. 11. 92), 第3欄第6行目-第4欄第1 | 1-5, 12 |
| Y | 3行目、第1図 (ファミリーなし) | 6-11, 13-15 |
| X | J P, 3-268103, A (三菱電機株式会社), 28. 11 月. 1991 (28. 11. 91), 第1図、第4図、第5図、第 | 1-5, 12 |
| Y | 3頁右上欄第1-2行目 (ファミリーなし) | 6-11, 13-15 |
| Y | J P, 07-213088, A (三菱重工業株式会社), 11. 8 月. 1995 (11. 08. 95) 第6図、第11欄第2-9行目 | 6-11, 13-15 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21. 12. 99

国際調査報告の発送日

11.01.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

紀本 孝

3V

8815

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| A | US, 5 4 5 5 7 6 3, A (Jean Feingold) , 3. 10月. 19 95 (03. 10. 95) , 第2図 & EP, 6 0 5 3 0 4, A2 | 1-15 |